Digitized by Google

ZE1
8542

~~Alex. Agassiz.~~

Library of the Museum

OF

COMPARATIVE ZOÖLOGY,

AT HARVARD COLLEGE, CAMBRIDGE, MASS.

Founded by private subscription, in 1861.

Deposited by ALEX. AGASSIZ.

No.

Digitized by Google

L. Agassiz

Digitized by Google

Digitized by Google

S-Z 48.65

Digitized by Google

Digitized by Google

Zeitschrift

für

WISSENSCHAFTLICHE ZOOLOGIE

herausgegeben

von

Carl Theodor v. Siebold,

Professor an der Universität zu München,

und

Albert Kölliker,

Professor an der Universität zu Würzburg.

Agassiz.

Neunter Band.

Mit 21 Kupfertafeln.

LEIPZIG,

Verlag von Wilhelm Engelmann.

1858.

Digitized by Google

Digitized by Google

Inhalt des neunten Bandes.

Erstes Heft.

(Ausgegeben den 28. November 1857.)

Seite

Vorläufige Mittheilung über den Bau des Rückenmarks bei niederen Wirbelthieren. Von A. Kölliker. 1

Beiträge zur Anatomie von Chiton piceus. Von Prof. M. Schiff in Bern. (Taf. I. II.) 12

Zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Gattung Myzostoma Leuckart. Von Carl Semper. (Taf. III. IV.) 48

Abermalige Bestimmung der Blutmenge bei einem Hingerichteten. Von Professor Th. L. W. Bischoff in München. 65

Helminthologische Bemerkungen aus einem Sendschreiben an C. Th. v. Siebold von Guido Wagener in Berlin. (Taf. V. VI.) 73

Beiträge zur Anatomie des menschlichen Trommelfelles. Von Dr. v. Troeltsch in Würzburg. (Taf. VII. A.) 94

Ueber die Kalkkörperchen der Trematoden und die Gattung Tetracotyle. Von Edouard Claparède aus Genf. (Taf. VIII.) 99

Ueber Eibildung und Befruchtung bei den Nematoden. Vorläufige Mittheilung von Edouard Claparède aus Genf. 106

Ueber das Vorkommen von Anguillulen in erkrankten Blüthenköpfen von Dipsacus fullonum L. Von Dr. Jul. Kühn in Bunzlau. (Taf. VII. C.) 129

Kleinere Mittheilungen und Correspondenz-Nachrichten.

Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Histologie. Von A. Kölliker. 138

Ueber Fortpflanzung von Nassula elegans Ehr. Von Dr. Ferd. Cohn in Breslau. (Taf. VII. B.) 143

Zweites Heft.

(Ausgegeben den 3. April 1858.)

Ueber die Entwickelung der Knochensubstanz nebst Bemerkungen über den Bau rachitischer Knochen. Von Heinrich Müller. (Taf. IX. X.) 147

Ueber die Entwickelung der Eucharis multicornis. Von Carl Semper. (Taf. XI.) 234

Das chemische Skelett der Wirbelthiere. Ein physiologisch-chemischer Versuch von Albert v. Bezold. 240

Zum feineren Baue der Molluskenzunge. Von Carl Semper. (Taf. XII. und 1 Holzschnitt.) 270

Bemerkungen über Räderthiere. Von Prof. Ferd. Cohn in Breslau. (Taf. XIII.) 284

Kleinere Mittheilungen und Correspondenz-Nachrichten.

Ueber den Kilch des Bodensees (Coregonus acronius). Ein in dem Fischer-Club zu München am 13. Novbr. 1857 gehaltener Vortrag von C. Th. v. Siebold. 295

Die Peyer'schen Inseln (plaques) der Vögel. (Widerlegung gegen Herrn Prof. Leydig.) Von J. Basslinger in Wien. 299

Digitized by Google

Seite

Ueber die Chylusgefässe der Vögel. Von J. Basslinger in Wien. . . . 301
Ueber eine pathologische Veränderung der Muskelfasern. Von Prof. C. Oehl in Pavia. (Mit 1 Holzschnitt.) 304
Berichtigung zu G. Wagener's Aufsatz ,,Helminthotog. Bemerkungen". (IX. Bd. 1. Heft.) 306

Drittes Heft.

(Ausgegeben den 11. October 1858.)

Ueber die gekreuzten Wirkungen des Rückenmarkes. Eine von der medic. Facultät zu Würzburg gekrönte Preisaufgabe. Von A. von Bezold. 307
Ueber Ei- und Samenbildung und Befruchtung bei den Nematoden. Von Herm. Munk. (Taf XIV. u. XV.) 365
Ueber die Vitalität der Nervenröhren. Von A. Kölliker. 417
Zehn neue Versuche mit Urari. Von A. Kölliker. 434
Ueber einige neue oder unvollkommen gekannte Krankheiten der Insecten, welche durch Entwicklung niederer Pflanzen im lebenden Körper entstehen. Von Prof. Lebert. (Taf. XVI. u. XVII.) 439

Kleinere Mittheilungen.

Hemmungsbildung des Herzens in einem erwachsenen Frosche. Von Prof. Schiff. Mit 1 Holzschnitt. 454
Louis Agassiz, Contributions to the Natural History of the United States of America. Vol. I. II. Boston 1857. Besprochen von Prof. Valentin 456

Viertes Heft.

(Ausgegeben den 20. December 1858.)

Ueber das Receptaculum seminis der weiblichen Urodelen. Von C. Th. von Siebold in München. (Taf. XVIII.) 463
Fernere Beiträge zur Anatomie und Physiologie von Oxyuris ornata. Von Dr. Georg Walter. (Taf. XIX.) 485
Ueber Perlenbildung. Von Dr. H. A. Pagenstecher in Heidelberg. (Taf. XX.) 496
Die Parthenogenesis bei Aristoteles' Beschreibung der Geschlechts- u. Zeugungsverhältnisse der Bienen. Von H. Aubert und F. Wimmer. 507
Zur Kenntniss des Horopters. Von Dr. Edouard Claparède in Genf. . . . 522
Beitrag zur Kenntniss der Geschlechtsorgane der Tänien. Von Dr. H. A. Pagenstecher. (Taf. XXI.) 523
Ueber die wahre Natur der Dotterplättchen. Von Dr. Ludwig Radlkofer in München. 529
Ueber Kopfkiemer mit Augen an den Kiemen. Von A. Kölliker. 536
Ueber einen glatten Muskel in der Augenhöhle des Menschen und der Säugethiere. Vorläufige Mittheilung von H. Müller. 541

Kleinere Mittheilungen und Correspondenz-Nachrichten.

Die Magenfäden der Quallen. Von Dr. Fritz Müller in Desterro (Brasilien) 542
Ueber die Ursachen der Perlbildung bei Unio margaritifer. Von Dr. von Hessling. 543

Digitized by Google

Vorläufige Mittheilung über den Bau des Rückenmarks bei niederen Wirbelthieren.

Von

A. Kölliker.

So grosses Aufsehen auch die vergleichenden Untersuchungen *Bidder's* und seiner Schüler über den Bau des Rückenmarks gemacht haben und trotz der ungemeinen Wichtigkeit der aus denselben für die Physiologie gezogenen Folgerungen, so fanden doch nur Wenige sich veranlasst, dieselben einer einlässlichen, auf Untersuchungen gestützten Kritik zu unterziehen. Das gegebene Schema war aber auch so einfach und schön und erklärte Alles so handgreiflich und klar, dass jede weitere Prüfung überflüssig schien, und war es mir wenigstens nicht im geringsten befremdend, dass die grosse Mehrzahl der Histologen und Physiologen bereitwillig dasselbe adoptirte, und selbst in einzelnen Vertretern (*Funke*, *Leydig*) zur Verbreitung so gewagter Hypothesen, wie der von einer einzigen Klasse von Leitungsfasern zwischen Hirn und Mark für Bewegung und Empfindung (!!) sich herbeiliess. Die Geschichte aller Wissenschaften und besonders der Medicin hat solche Perioden fast allgemeiner Hingebung an neue Lehren schon oft gesehen, allein immer folgte in nicht zu langer Zeit ein Rückschlag, aus dem dann erst die Wahrheit sich erhob.

Beim Rückenmark nun wird voraussichtlich das neuaufgeführte Gebäude nicht lange in seinem ursprünglichen bestechenden Glanze stehen bleiben, denn schon hat *Stilling*[1]) in einer meisterhaften Arbeit die Grundlagen desselben erschüttert; da jedoch *Bidder* und *Kupfer* auch in ihrer neuesten Schrift[2]) immer noch die alten Lehren vollkommen aufrecht erhalten, so werden vereinte Kräfte nöthig, um die Behauptungen der Dorpater Forscher auf ihr richtiges Maass zurückzuführen. Je bälder diess geschieht um so besser und stehe ich aus diesem Grunde nicht an,

1) Neue Unters. ü. d. Bau d. Rückenmarks. Erste Lief. 1856.
2) Unters. ü. d. Textur d. Rückenmarks 1857.

Digitized by Google

die schon jetzt gewonnenen Resultate vorläufig zu veröffentlichen, indem ich mir eine ausführliche vergleichende Darstellung des Rückenmarks für später vorbehalte. Vorher kann ich jedoch nicht umhin, mein Bedauern darüber auszudrücken, dass ich mich genöthigt sehe, zwei Beobachtern, die ich persönlich kenne und achte, entgegenzutreten, allein es handelt sich hier um den Fortschritt der Wissenschaft und nicht um Personen, und halte ich mich aus diesem Grunde für hinreichend entschuldigt, wenn ich sehr bestimmten Behauptungen andere mit der gleichen Entschiedenheit gegenübersetze.

Da das Rückenmark des Frosches und der Fische als die Hauptstütze der Dorpater Anschauung gilt, so begann ich meine Studien bei diesen Thieren. Ich war nicht wenig erstaunt, als der erste Schnitt eines Froschrückenmarks, den ich unter das Mikroskop brachte, mir ganz Anderes zeigte, als *Kupfer* beschreibt, und jedes neue Präparat die Abweichungen von diesem Autor immer bestimmter hervortreten liess. Aehnlich verhielt es sich auch mit dem Rückenmark der Fische und will ich nun im Folgenden die Puncte, über die ich schon jetzt bestimmt mich äussern kann, der Reihe nach aufzählen.

1. Graue Substanz des Froschmarkes.

Nach den Dorpater Untersuchungen (*Kupfer*, *Bidder* und *Kupfer* l. c. pag. 50) enthält die graue Substanz des Frosches keine einzige dunkelrandige Nervenfaser, nur Bindesubstanz, Ganglienzellen und ihre Ausläufer (sogenannte nackte Axencylinder), dagegen ergeben meine Beobachtungen, die mit den neuesten Angaben von *Stilling* ganz übereinstimmen, eine so grosse Zahl ächter dunkelcontourirter Nervenfasern, dass dieselben fast die Hälfte der ganzen grauen Substanz ausmachen. Der Nachweis dieser Nervenfasern ist so leicht, dass ich mich anheischig mache, dieselben in jedem Schnitte eines guten Chromsäurepräparates, ja selbst an jedem mit der Scheere geschnittenen Segmente eines frischen Rückenmarkes zu demonstriren, doch kommt es hierbei allerdings auf die Methode an und ist es kaum etwas anderem als dem Umstande, dass *Bidder* und *Kupfer* nicht alle gegebenen Hülfsmittel anwandten, zuzuschreiben, wenn sie diese Nervenfasern nicht erkannten. Frische mit der Scheere gemachte Segmente bedürfen ihrer Dicke wegen einer leichten Compression, um die Fasern deutlich hervortreten zu lassen, sind dann aber auch zur einfachen Demonstration derselben, nicht aber, wie sich von selbst versteht, zum Studium des Faserverlaufes, so beweisend, dass nichts über dieselben geht. Die meisten Nervenfasern, deren mittlere Durchmesser von 0,0008—0,0015‴, z. Th. aber auch 0,002‴ und 0,0005‴ betragen, erscheinen zierlich varicös, alle dunkelcontourirt und keine so, dass man über ihre Natur im Zweifel sein könnte. Dasselbe, nur nicht so übersichtlich, leistet auch

das Zerzupfen eines Segmentes eines frischen Markes, indem es bei dem bedeutenden Durchmesser der grauen Substanz nicht schwer ist, dieselbe so zu isoliren, dass man sicher ist, keine Beimengung der weissen Stränge zu haben. Von erhärteten Präparaten erlauben in der Regel nur die feinsten Schnitte ein Erkennen der dunkelrandigen Röhren der grauen Substanz, doch sind die Bilder, die man erhält, selten befriedigend. Ja in vielen Fällen und wenn die Schnitte nur etwas dicker sind, sieht man nichts Bestimmtes von Nervenröhren und sind es vielleicht gerade solche Präparate gewesen, die die Dorpater zu ihrer Aufstellung verleiteten. Behandelt man dagegen solche Objecte mit etwas Natron causticum, so werden in den meisten Fällen die Röhren ausgezeichnet schön, dunkelrandig und häufig varicös erkannt, während sie allerdings andere Male an nicht guten, d. h. besonders zu stark erhärteten Objecten auch weniger klar erscheinen. Ich habe auch Fälle gesehen, wo die Röhren von Natron ungemein stark angegriffen wurden, bald erblassten und zerflossen, und andere, wo sie erst durch eine Compression zur Anschauung kamen. Alles zusammengenommen darf man übrigens doch sagen, dass auch Chromsäurepräparate die Nervenfasern in der grossen Mehrzahl der Fälle leicht erkennen lassen.

2. Vordere und hintere Commissur, und Verlauf der Nervenfasern in der grauen Substanz.

Ueber den Verlauf der ächten Nervenröhren in der grauen Substanz, einem wegen der grossen Zahl und der ungemeinen Verflechtung derselben äusserst schwierigen Thema, sind meine Untersuchungen noch lange nicht abgeschlossen und bemerke ich daher in dieser Beziehung vorläufig nur Folgendes:

Die vordere Commissur besteht 1) aus gekreuzten Fasern, die aus den Vordersträngen herauskommen und 2) aus einfachen parallel von einer Seite zur andern ziehenden Commissurenfasern. Die gekreuzten Fasern sind von *Kupfer* im Ganzen gut abgebildet, aber fälschlich als Bindegewebe gedeutet worden. Die Kreuzung liegt im Grunde der vordern Spalte und kommen die sich kreuzenden Bündel entschieden aus den Vordersträngen heraus. Nachdem sie auf die andere Seite getreten sind, verfolgen sie besonders zwei Richtungen. Die einen und zwar allem Anscheine nach die Mehrzahl verlaufen bogenförmig in die Hinterhörner entweder in kleinen ziemlich gleich weit von einander abstehenden Bündeln oder mehr pinselförmig; so gelangen viele dieser Fasern bis nahe an die Hinterstränge, doch kann ich für einmal über ihren allfälligen Zusammenhang mit diesen oder den hintern Wurzeln kein Urtheil abgeben, um so mehr, da auch manche Fasern in den Hinterhörnern dem Blicke sich entziehen, bevor sie die Hinterstränge erreicht haben. Ausser diesen rückwärtslaufenden Fasern, die *Kupfer* ebenfalls als

Digitized by Google

Bindegewebe ziemlich gut abgebildet hat, gehen nun aus der vordern Kreuzung noch andere Fasern ab, die in die Vorderhörner[1]) eintreten und theils am innern Rande derselben, theils mitten durch sie gegen die äusseren Theile der Vorderstränge ziehen, wo sie bis jetzt nicht weiter sich verfolgen liessen. Manchmal gehen auch einzelne spärliche Theile der gekreuzten Bündel in der Richtung gegen die Seitenstränge, von denen ich ebenfalls nicht sagen kann, wie ihr endliches Verhalten ist.

Der Theil der vordern Commissur, dessen Fasern einfach parallel verlaufen, liegt hinter den gekreuzten Fasern unmittelbar vor dem Centralkanale und stellt eine verschieden starke Fasermasse dar, die unabänderlich bogenförmig rückwärts in die beiden Hinterhörner ausläuft und hier näher oder entfernter von den Hintersträngen dem Blicke sich entzieht. Auch diese Fasern zeichnet *Kupfer* wenigstens in ihren Anfängen und hat er auch eine mitten in der Commissur liegende Art Raphe richtig dargestellt. Ausser dieser vordern auch *Stilling* bekannten Commissur gibt es nun noch eine hintere Vereinigung der grauen Substanz, die *Stilling* ebenfalls gesehen hat; dieselbe erstreckt sich vom Centralkanale rückwärts bis zum Grunde der hintern Spalte und wird von einer geringern Zahl feiner Nervenröhren gebildet, die ziemlich parallel von einer Seite zur andern laufen und in den Hinterhörnern sich verlieren. Auch in dieser zarten und wenig deutlichen Commissur ist die Mittellinie besonders markirt, wie *Kupfer* richtig wiedergibt.

Ausser diesen Commissuren und Kreuzungsfasern sind nun in der grauen Substanz noch besonders bemerkenswerth ein System von meist transversalen, zum Theil auch schiefen Fasern, die von der äussern Hälfte der Vorderstränge und von den Seitensträngen aus in der Richtung gegen den Centralkanal verlaufen und in geringer Entfernung von den Wandungen desselben dem Blicke sich entziehen. Diese Fasern, welche *Kupfer* nicht erwähnt, müssen dem Gesagten zufolge mit den von der vordern Commissur in die Hinterhörner laufenden Fasern und kleinen Bündeln sich kreuzen und so entsteht in manchen Schnitten, namentlich in der Mitte jeder Seitenhälfte der grauen Substanz, ein zierliches Gitterwerk.

Endlich enthält die graue Substanz überall mit Ausnahme der mittleren Commissurengegenden zahllose, ohne Regel kreuz und quer verlaufende, sehr feine aber noch deutlich varicöse und zum Theil dunkelrandige ächte Nervenröhren, von denen noch weiter die Rede sein soll.

3. Zellen der grauen Substanz.

Ueber die bekannten grossen Nervenzellen der vorderen Hörner habe ich vorläufig nichts Besonderes zu melden, ausser dass ich noch nicht in

1) Wenn ich von Hörnern der grauen Substanz rede, so wolle man nicht an das Kreuz des Rückenmarks der Säugethiere denken. Siehe *Kupfer* fig. 1.

Digitized by Google

Falle war, irgend eine Andeutung von Anastomosen der Zellen von rechts und links zu sehen, womit auch *Stilling* einverstanden ist. Verästelungen ihrer Fortsätze, wie sie im Rückenmark des Menschen in grosser Zahl sich finden, sah ich noch nicht, dagegen verfolgte auch ich in gewissen Fällen die Fortsätze in die weisse Substanz hinein und bin ich daher vorläufig nicht abgeneigt, einen Uebergang derselben in dunkelrandige Fasern der Nervenwurzeln zu statuiren, ohne jedoch in dieser Beziehung ein bestimmtes Urtheil mir zu erlauben, so lange nicht dieser Uebergang wirklich demonstrirt ist.

Ausser diesen ächten Nervenkörpern enthält die graue Substanz des Froschmarks noch eine grosse Zahl anderer, deren Natur schwer zu bestimmen ist. *Kupfer* hat diese Elemente zwar gesehen aber nicht genau genug characterisirt, indem er die Kerne derselben als kleine Zellen und die Zellenkörper als amorphe Bindesubstanz beschreibt, welche alle andern Elemente trage und verbinde. Untersucht man frische graue Substanz in Wasser, so zeigen sich in ihr ausser den ächten schon erwähnten Nervenröhren einmal sehr zahlreiche hübsche bläschenförmige Kerne von 0,004—0,006, selbst 0,008''' mit einem oder zwei, bald grösseren bald kleineren Nucleolis und zweitens eine weiche körnige Substanz, welche ganz an diejenige der grauen Substanz der Hirnhemisphären und der grossen Nervenzellen sich anschliesst. Nur selten umgibt die granulirte Masse einzelne Kerne so, dass zellenartige Gebilde mit einem oder mehreren Fortsätzen erscheinen. Schon häufiger ist diess der Fall, wenn man, statt Wasser, Chromsäure oder dünne Salzlösungen wählt und an wirklichen Chromsäurepräparaten erscheinen statt der zwei getrennten Bestandtheile nichts als bi- und multipolare kleine Zellen, welche in ihren Formen oft täuschend an Ganglienzellen erinnern und auch in ihrer Grösse, welche gewöhnlich zwischen 0,005—0,01''' schwankt, nicht immer weit von denselben abstehen.

Die Fortsätze, die an frischen Zellen zur Beobachtung kommen, unterscheiden sich in nichts von denen der ächten grossen Nervenzellen, indem sie wie diese fein granulirt und zart sind, und ebenso werden sie auch durch Chromsäure starr, geschrumpft und dunkler. In diesem Zustande könnte man die Zellen, die natürlich in solchen Präparaten auch kleiner und opaker aussehen, leicht für Bindegewebskörperchen halten, wofür auch in der That *Kupfer* sich erklärt, der ausser den Kernen auch hie und da sternförmige Formen sah, wenn man jedoch weiss, dass auch die ächten feinen Nervenröhren der grauen Substanz an Chromsäurepräparaten meist nur als einfache dunkle Fasern erscheinen, und ausserdem die zarte Beschaffenheit der fraglichen Zellen im frischen Zustande kennt, so trägt man billig Bedenken, einer solchen Annahme sich anzuschliessen und neigt sich die Wagschale mehr zu Gunsten der Deutung derselben als Nervenzellen, mit denen sie, die Grösse abgesehen, in Allem sehr übereinstimmen. Ich weiss nun zwar wohl, dass bei dem Mangel sicherer

Digitized by Google

Kriterien es äusserst misslich ist, eine bestimmte Zelle als Nervenzelle anzusprechen, wenn ihr Zusammenhang mit Nervenfasern nicht demonstrirt ist, allein ich möchte in diesem Falle doch noch Folgendes zu bedenken geben. Erstens sind mir bei höheren Thieren keine Bindegewebskörperchen von einer solchen Zartheit, wie die kleineren Zellen im Froschmark bekannt, vielmehr haben die ersteren immer eine derbe consistente Membran (ich muss hier noch einmal bemerken, dass, wenn *Kupfer* von einer deutlichen Membran der kleineren Zellen spricht, er die Kerne meint, indem er die Zellenkörper als Grundsubstanz anspricht) und lassen sich daher immer mit Leichtigkeit isoliren. Ein zweiter Grund, der mich bei den kleineren Zellen eher an Nervenzellen denken lässt, ist der, dass die Nervenfasern in der grauen Substanz des Froschmarkes sich so ungemein auflösen und verfeinern, dass man fast von selbst zu der Vermuthung kommt, es möchten hier Ursprünge der feinsten Nervenröhren von den Fortsätzen der kleinen Zellen vorhanden sein, indem die wenigen grossen Zellen mit ihren dicken Fortsätzen hier gar nicht in Frage kommen können. In der That sind die feinsten Nervenröhren, die man an guten Präparaten sieht, so fein wie die feinsten Fasern im Gehirn, einfache Fädchen von blasserem Aussehen, d i e n u r n o c h a n i h r e n V a r i c o s i t ä t e n als das erkannt werden, was sie wirklich sind, und ebenso sind auch die letzten Ausläufer der kleineren Zellen feine Fäden, deren Grössen ganz mit denen jener stimmen. Will man keine Nervenröhrenursprünge statuiren, so erscheint die ungemein reiche Verflechtung der Röhren in der grauen Substanz ganz sinnlos und ist auch die so grosse Verfeinerung derselben gar nicht zu begreifen. Alles zusammengenommen neige ich mich demnach zu der Ansicht hin, dass auch die kleinen Zellen des Froschmarks Nervenzellen sind und als Ursprungsstellen von Nervenfasern functioniren, doch spreche ich mich für einmal noch nicht mit Bestimmtheit für diese Auffassung aus, da es sich hier um eine der delicatesten Fragen handelt, welche wohl erst dann als ganz entschieden wird bezeichnet werden können, wenn der Faserverlauf in der grauen Substanz durch und durch bekannt ist. Vorausgesetzt, die kleinen Zellen seien ebenfalls Nervenzellen, wo bleibt dann, wird man fragen, die Bindesubstanz, die doch da sein muss? In dieser Beziehung vor Allem die Bemerkung, dass, so sehr ich überzeugt bin, dass in allen gefässhaltigen Theilen auch Bindesubstanz sich findet, ich denn doch nicht der Ansicht mich zuwenden kann, dass solche nothwendig alle Gewebe bis aufs feinste durchziehen müsse. In der That sieht es auch mit dem Nachweis der Bindesubstanz z. B. in der grauen Substanz des Hirns misslich genug aus, wenn man sich nicht mit dem Wenigen zufrieden gibt, was die Gefässe begleitet. Und so hätte ich auch gar nichts dagegen, wenn im Froschmark keine andere Bindesubstanz als die Adventitia der Gefässe da wäre und brauche ich für meine Anschauungen durchaus nicht zwischen jedem Fäserchen und jeder Zelle Bindesubstanz.

Digitized by Google

Uebrigens ist im Froschmark, auch wenn die kleinen Zellen wegfallen sollten, doch noch Bindesubstanz da, indem an der vordern und hintern Längsspalte zarte Fortsetzungen der Pia mater ins Innere dringen, welche bis zum Centralkanal verlaufend eine Art Scheidewand zwischen den beiden Seitenhälften erzeugen. Es sind diess Gegenden, wo auch die Commissurenfasern meist etwas von ihrem geraden Verlaufe abbiegen, so dass dann die von *Kupfer* abgebildeten nahtartigen Linien vor und hinter dem Kanal sich bilden. Von den genannten Fortsätzen scheinen nun auch weiter ins Graue hinein Fortsetzungen abzugehen, doch muss ich gestehen, dass in dieser Beziehung mein Urtheil noch nicht feststeht. — Dagegen ist in der weissen Substanz das Vorkommen von Bindegewebe keinem Zweifel unterworfen.

4. Filum terminale.

Der Bau des Filum terminale wird von Wichtigkeit, weil *Kupfer* und auch *Bidder* (Siehe das Werk von *Bidder* und *Kupfer* pag. 75 u. folgende) bei ihrer Deutung der Fasern und kleineren Zellen der grauen Substanz als nicht nervöser Elemente sich wesentlich mit darauf stützen, dass dieselben Elemente auch im Filum terminale sich finden, welches nicht nur im Innern, sondern überhaupt keine einzige ächte dunkelrandige Nervenfaser enthalte. Auffallender Weise ist es nun auch gerade das Filum terminale, durch welches ich Jedem zu demonstriren hoffe, welcher ungeeigneten Methode sich die Dorpater Autoren bei ihren Untersuchungen bedient haben, einer Methode, welche ihnen selbst so einfache und offen daliegende Verhältnisse vorenthielt. Uebrigens bin ich doch darüber verwundert, dass *Kupfer*, der offenbar so angelegentlich mit dem Bau der grauen Substanz sich beschäftigt hat, nicht auf den Gedanken gekommen ist, das Filum auch frisch zu untersuchen. Da hätte er sich bald überzeugt, dass man bei der Deutung erhärteter Präparate sehr vorsichtig sein muss, denn nichts ist leichter als am frischen Filum terminale die schönsten Nervenfasern in Menge nachzuweisen. Da das Filum ohne vorherige Präparation selbst mit der Pia mater mit einer Vergrösserung von 350 Mal untersucht werden kann, so bietet dasselbe bei seiner relativen Durchsichtigkeit auch ein prächtiges Object dar, um gewisse Verhältnisse des Faserverlaufes kennen zu lernen, über die man sonst nur schwierig zu bestimmten Anschauungen gelangt. Vorher noch einige andere Bemerkungen über das Verhalten des Filum. Dasselbe besteht beim Frosch aus zwei Theilen. Der obere dickere Theil liegt mitten in der Cauda equina und erstreckt sich vom 7. Wirbel bis zum Steissbein, das dünne Ende dagegen ist im obern Theile des Steissbeines in einem feinen Kanälchen dieses Knochens enthalten und seiner Zartheit wegen nur mit Mühe ganz bloszulegen, in welchem Falle sich dasselbe als ebenso lang oder noch länger als der dickere Theil

Digitized by Google

ergibt. Der dickere Theil ist, wie das Rückenmark, aussen aus weisser und innen aus grauer Substanz gebildet. Erstere zeigt zwei Spalten und schöne dunkelrandige leicht varicös werdende Nervenröhren, die vorn (unten) breiter sind als hinten und als ein ziemlich compacter Ring die graue Masse umgeben. In dieser ist der flimmernde Centralkanal besonders auffällig, ausserdem finden sich in ihr eine vordere Kreuzungscommissur, kleine multipolare Zellen, wie höher oben, und feine dunkle Nervenröhren, dagegen, so viel ich bis jetzt sah, keine grossen Nervenzellen. Gegen das Ende des dickeren Theiles des Filum verschwinden die Nervenfasern allmälig, sowie auch die übrigen Elemente, so dass im feinen hinteren Abschnitte nichts mehr als der Centralkanal und eine bindegewebige Hülle, wohl vorzüglich von der Pia mater abstammend, sich findet. — Vom dickeren Theile des Filum geht constant ein feiner Nerv ab, welcher jedoch, wie mir schien, nicht vom Filum, sondern dicht unter dem zehnten Nerven (mit Einer Wurzel nur [?]) entspringt, dicht am Filum herabsteigt und etwa in der Mitte des dickeren Theiles desselben seitlich abgeht. Wo derselbe sich verbreitet, habe ich noch nicht untersucht. Manchmal entsandte das Filum noch ein zweites sehr feines Fädchen in ähnlicher Weise. Man vergl. auch *Volkmann* in Müll. Arch. 1838 u. *Budge* ibid. 1844, die drei Nervchen vom Filum abgehen sahen.

Den Faserverlauf im Filum anlangend, so lässt sich an demselben ein wichtiges Factum mit Leichtigkeit constatiren, das nämlich, dass die vordere Kreuzungscommissur von den longitudinalen Fasern der Vorderstränge abstammt. — Bringt man ein Filum ganz unter eine 350malige Vergrösserung, und untersucht man die vordere Fläche desselben in der Mittellinie nur einigermaassen genauer, so zeigen sich hier, und zwar um so oberflächlicher je weiter nach unten man geht, eine Menge quer verlaufender Fasern, die von einer Seite auf die andere übertreten. Verfolgt man diese Fasern näher, so zeigt sich ohne Schwierigkeit, dass dieselben von den longitudinalen Fasern der vordern Seite des Filum abstammen, welche, indem sie bogenförmig, oder mehr weniger unter rechten Winkeln umbiegen, in die Querrichtung sich stellen und von einer Seite auf die andere übergehen. Hierbei kreuzen sich die Fasern der rechten und linken Seite oft aufs Deutlichste und ist somit die von mir beim Menschen gefundene und von Vielen mit Unrecht geläugnete Kreuzung der Vorderstränge in der Commissura anterior beim Frosch in einer Weise demonstrirt, dass keinerlei Zweifel über ihre Existenz gehegt werden können. Was aus den Fasern nach ihrer Kreuzung wird, habe ich noch nicht mit Bestimmtheit ermitteln können. An Flächenansichten verlieren sich dieselben, näher oder ferner vom Seitenrande des Filum, schliesslich in der Art, dass ihr Ende nicht bestimmt gesehen wird, und will ich daher einige Vermuthungen, die ich vorbringen könnte, vorläufig lieber unterdrücken. Querschnitte des Filum, die Aufschluss geben würden, sind an Chromsäurepräparaten mir noch nicht

Digitized by Google

nach Wunsch gelungen, indem dieselben die Nervenfasern meist nur nach Natronzusatz und auch dann nicht schön zeigten, und ebenso sind auch frische Quersegmente noch nicht so ausgefallen, dass ich sichere Schlüsse aus ihnen hätte ziehen können. Nur so viel ist sicher, dass die Nervenfasern des Filum nicht etwa seitlich in Aeste abtreten, sondern gegen das untere Ende desselben nach und nach an Menge abnehmen, bis sie schliesslich dicht vor dem Steissbein alle geschwunden sind. Bei Larven, wo das Rückenmark bis in den Schwanz hineingeht, ist diess natürlich anders, und ist das Filum offenbar nichts anderes, als verkümmertes Rückenmark, an dem zum Theil die Structur sich noch erhalten hat, obschon die abgehenden Nerven geschwunden sind.

Ich kann hier noch beifügen, dass ich in zwei Fällen versucht habe, auch experimentell nachzuweisen, dass das Filum Nervenfasern enthält, jedoch ohne Erfolg. Diese Versuche geschahen bei einem decapitirten und bei einem lebenden Frosche, und wurde in beiden Fällen das Filum zuerst von dem constant an demselben befindlichen Nervchen befreit, welches möglichst nach oben gezogen und abgerissen wurde. Dann wurde das Filum am Os coccygis abgeschnitten und auf einem Deckgläschen mit der electrischen Pincette galvanisirt. Es erfolgten aber weder Reflexe beim ersten, noch Schmerzenszeichen beim zweiten Frosche, ausser wenn man gegen das oberste Ende des Filum kam, in welchem Falle zuerst, wahrscheinlich wegen der Reizung des Stumpfes des 11. vom Filum selbst abgehenden Nerven, einige Muskeln aussen am Oberschenkel schwach zuckten. Nicht anders wirkte auch Betupfen des Filum mit Kali causticum. — Da über die Existenz sehr vieler ächter Nervenfasern im Filum auch nicht die geringsten Zweifel gehegt werden können, so ist dieses Resultat gewiss sehr auffallend, doch will ich, bevor ich dasselbe deute, noch die Ergebnisse weiterer Versuche abwarten, die ich mit dem Filum vorhabe.

5. Commissuren ächter Nervenröhren im Mark von Fischen.

Ueber das Mark der Fische habe ich meine Studien erst begonnen, doch kann ich schon jetzt so viel beibringen, dass auch hier die Dorpater Untersuchungen nicht ausreichend sind. *Owsjannikow* behauptet, wie *Kupfer* für den Frosch, dass bei Fischen keine Nervenröhren in der grauen Substanz sich finden, so wie dass keine ächten Commissuren aus dunkelrandigen Nervenfasern vorkommen. Beides ist unrichtig und ist es nicht gerade besonders schwer zu zeigen, dass das Fischmark zwei ächte Commissuren hat, womit auch *Stilling* in seiner neuesten Arbeit übereinstimmt, ohne jedoch Details anzugeben. Bis jetzt kenne ich nur das Mark der Barbe und des Döbels (*Leuciscus s. Squalius dobula*) und will ich vom letztern Fische, den ich näher verfolgt habe, kurz angeben, was ich fand. Will man nur im Allgemeinen von der Existenz dunkel-

Digitized by Google

randiger Commissurenfasern sich überzeugen, so ist es auch hier am schnellsten zum Ziele führend, wenn man ein mit der feinen Scheere geschnittenes Segment des frischen Markes so weit comprimirt, dass das Innere für starke Vergrösserungen zugänglich wird. Zum Studium des Faserverlaufes bedarf man natürlich erhärteter Präparate, doch muss ich sehr betonen, dass ich an diesen nur nach Zusatz von Natron die dunkelrandigen Fasern in der grauen Substanz wahrgenommen habe, dann aber auch in gelungenen Schnitten so schön und deutlich, dass auch hier keine Zweifel obwalten konnten. Hätte *Owsjannikow* sich dieses von mir schon lange empfohlenen Mittels gehörig bedient, so wäre auch ihm sicherlich die graue Substanz in einem ganz anderen Lichte erschienen, als er sie schildert. Einzelnheiten anlangend, so ist die *Commissura posterior* äusserst deutlich. Dieselbe beginnt dicht hinter dem Centralkanale, erstreckt sich mehr oder weniger weit zwischen die Hinterhörner hinein und besteht aus dunkelrandigen Fasern von 0,0007—0,0015‴. Die vordersten derselben strahlen pinselförmig in die Vorder- und Seitenstränge aus, die hinteren verbinden die beiden Hinterstränge und bilden auch eine oft sehr deutliche Kreuzung, indem Fasern von dem einen Seitenstrang schief gegen den Hinterstrang der andern Seite verlaufen. Ueber den Gesammtverlauf und die Bedeutung dieser Fasern ist vorläufig nicht einmal eine Vermuthung erlaubt, und will ich in dieser Beziehung erst die Resultate fortgesetzter Studien abwarten. — Die *Commissura anterior* suchte ich erst dicht vor dem Centralkanale, jedoch vergebens, bis ich dieselbe etwa in der Mitte der vordern Spalte auffand, da wo *Owsjannikow* seine Commissur der grossen Ganglienzellen zeichnet. Hier liegt ein ziemlich starkes Bündel äusserst feiner Nervenröhren (von 0,0005—0,0008‴), die nur mit Mühe noch als dunkelrandige oder markhaltige zu erkennen sind, welches bogenförmig von einer Ganglienzellengruppe zur andern zieht. Von einem Zusammenhange dieser feinen Fasern mit den Ganglienzellen kann ihres geringen Durchmessers halber natürlich nicht die Rede sein, doch ist ihr weiterer Verlauf sehr schwer zu verfolgen und kann ich für einmal nur so viel angeben, dass ein Theil dieser Commissurenfasern gegen die äussere Seite der Vorderstränge, ein anderer bogenförmig rückwärts gegen die hintere Commissur zu verlaufen schien.

Ausserdem kann ich noch angeben, dass von der Pia mater aus vorn und hinten Fortsetzungen bis zum Centralkanale ins Innere dringen, so wie dass die grauen Stellen neben der hintern Spalte (bei *Owsjannikow* Tab. I, fig. I *k*) auch spärliche feine Nervenfasern enthalten. Ueber die Ganglienzellen behalte ich mir auf später Mittheilungen vor.

Das Bemerkte wird genügen, um schon jetzt Jedem klar zu machen, dass das Mark des Frosches und auch der Fische nicht so einfach gebaut

Digitized by Google

ist, wie die Dorpater Untersuchungen glauben liessen, und dass das beliebte Schema bei weitem nicht ausreicht. Es wäre nicht schwierig, schon jetzt ein anderes an die Stelle desselben zu setzen, ich halte es jedoch unter Hinweisung auf die vermittelnde Ansicht, die ich in der 2. Aufl. meines Handbuchs der Gewebelehre ausgesprochen habe, für zweckmässiger, vorläufig mit einem solchen noch zurückzuhalten, um zu sehen, ob es nicht gelingt, noch weiter in den Bau dieser verwickelten Verhältnisse einzudringen, um so mehr, da alle Aussicht vorhanden ist, durch eine ausgedehntere vergleichende Behandlung des Gegenstandes immer allgemeinere Standpunkte zu gewinnen.

Würzburg, den 3. April 1857.

Digitized by Google

Beiträge zur Anatomie von Chiton piceus.

Von

Prof. **M. Schiff** in Bern.

Mit Tafel I. II.

Die systematische Stellung der Chitonen ist immer noch Gegenstand der Controverse. Manche Abweichungen von der äusseren Gestalt der Weichthiere, einige Aehnlichkeit ihrer äusseren Form und ihrer innern Organe mit den bei den Ringelthieren gewöhnlichen Bildungen haben in früherer Zeit *Blainville* Veranlassung gegeben, sie ganz von den Mollusken zu trennen und sie in Verbindung mit den Cirrhipedien als einen besonderen Untertypus (Malentozoaires) den Entomozoaires zu nähern (Organisation des animaux I, 1822, siebente Tabelle). Aber 1825 bringt derselbe Forscher im Manuel de Malacologie die Gesammtheit seiner Malentozoären als Untertypus zu den Mollusken und kehrte somit zur *Linné*ischen Anschauung zurück, der ebenfalls Chitonen und Cirrhipedien nebst Pholas als besondere Abtheilung (multivalvia) seiner testacea vereinigt. Ich will hier keine Geschichte der systematischen Stellung dieser Thiere geben. Es genüge zu bemerken, dass, nachdem sie *Cuvier* in die Gasteropodengruppe der Cyclobranchiaten neben Patella gebracht hatte, *Milne Edwards* sich wieder zweifelhaft über ihre gemeine Molluskennatur ausgesprochen und sie nur provisorisch als Uebergangsgruppe der Gasteropoden zu den Annulaten betrachtet wissen will und *Blanchard* nur in der Anordnung ihres Nervensystems einen genügenden Grund sieht, sie zu den Mollusken zu bringen. *Forbes* und *Hanley* machen aus den Chitonen unter dem von *Blainville* schon gegebenen Namen der Polyplacipbora eine besondere Klasse zwischen Pteropoden und Gasteropoden und der neueste Schriftsteller über dieses Genus, *Shuttleworth*, hält es für zu gewagt, sie unter irgend eine der bestehenden Abtheilungen zu bringen, so lange man gar nichts von ihrer Entwickelung wisse, protestirt aber gegen die

jetzt von den meisten Autoren angenommene *Cuvier*'sche Ansicht, welche sie in die gleiche Familie mit Patella bringt. Die neuesten Aufschlüsse über ihre Entwickelung, welche wir *Lowén* verdanken, haben zwar die Molluskennatur dieser Thiere unläugbar nachgewiesen, aber ihre specielleren Verwandten, wie mir scheint, nicht näher bezeichnet.

Jedenfalls ist unter diesen Verhältnissen eine genauere anatomische Kenntniss dieser Thiere von grossem Interesse. Die Zergliederungen, welche *Poli* und *Cuvier* geliefert, geben einerseits nicht genügendes Detail, andererseits stehen sie nicht ganz im Einklang mit den späteren sehr genauen Angaben von *Middendorff*. Der letztgenannte Forscher hat eine vortreffliche anatomische Monographie des seltenen Chiton Stelleri, des Typus des Genus Cryptochiton Gray geliefert (Mem. de l'Acad. de St. Petersbourg Tom. VI, pag. 101), da aber Cryptochiton gerade die abweichendste Form der Chitonengruppe ist, so darf man *Middendorff's* Angaben nicht ohne weiteres generalisiren. Wie weit dies erlaubt ist und wie weit die Widersprüche zwischen *Middendorff* und den früheren Autoren auf typischen Abweichungen beruhen, musste erst durch die Zergliederung von Thieren aus anderen, mehr normalen, Chitonengruppen festgestellt werden. Hierzu und zur Erledigung der oben berührten systematischen Fragen einen Beitrag zu geben, ist der Zweck vorliegender Arbeit, die der unmittelbaren Anregung des Herrn *Shuttleworth* ihre Entstehung verdankt.

Herr *Shuttleworth* übergab mir vor einiger Zeit mehrere Exemplare des Chiton piceus Chemn. Gmel. zur anatomischen Untersuchung, ebenso verdanke ich seiner Gefälligkeit einen Theil der hier benutzten Literatur und auf seine Kosten wurden die hier beigefügten Abbildungen durch Herrn *Hutter* ausgeführt. Ist auch Chiton piceus kein Riese unter seinen Verwandten, wie der von *Middendorff* benutzte Chiton Stelleri, so hatte ich doch über Exemplare bis zur Grösse von 58 Millim. zu verfügen.

Als vorliegende Arbeit beinahe beendet war, erhielt ich von meinem Freunde, Herrn Dr. *E. Rüppel*, ein Exemplar einer dem Ch. piceus sehr verwandten, eben so grossen und noch wenig bekannten Art, die er aus dem rothen Meere mitgebracht und welche im Frankfurter Museum als Chiton bruneus n. sp. aufgestellt ist. Herr *Shuttleworth* besitzt dieselbe Art in seiner Sammlung von den Sechellen, und vielleicht ist es dieselbe Spezies, die von *Chemnitz* als eine besondere Varietät des Chit. piceus betrachtet wird, die im rothen Meere vorkommen soll. Ich hatte hierdurch Gelegenheit, meine Befunde an Ch. piceus durch Vergleichung mit bruneus zu kontrolliren, die beide zu dem Untergenus Acanthopleura Gray gehören, zu welchem auch die von *Poli* zergliederte Art Chiton Polii Philippi zählt. Man wird in der That finden, dass ich in manchen Punkten, in welchen *Middendorff* dem berühmten italienischen Anatomen widersprechen zu müssen glaubte, mit letzterem mehr übereinstimme (vergl. die Verdauungsorgane) und es geht hieraus hervor, dass der innere Bau

der Chitonen weit mehr Modifikationen darbietet, als dies *Middendorff* nach der Vergleichung des Chiton Stelleri mit mehreren russischen Arten anzunehmen geneigt ist. *Middendorff* hat, wie es scheint, keine Acanthopleura untersucht und *Poli* wohl in mancher Beziehung Unrecht gethan.

Da ich jetzt eben erst eine Anzahl Exemplare von Ch. squamosus aus der Unterabtheilung Lophurus Gray erhalte, so hoffe ich bald im Stande zu sein, über die mit den Verschiedenheiten der äussern Form verbundenen anatomischen Abweichungen ein weiteres Urtheil zu fällen, die allen Chitonen gemeinschaftlichen Eigenthümlichkeiten noch mehr hervorzuheben, als dies bis jetzt nach der Vergleichung von Cryptochiton und Acanthopleura möglich ist. Ich habe darum auch das letzte Kapitel dieser Arbeit, welches die allgemeineren systematischen Folgerungen enthält, vorläufig unterdrückt, um erst die Untersuchung des Lophurus squamosus beenden zu können.

In Betreff der äusseren Gestalt und der Form der Schaalen der Chitonen und der Acanthopleuren insbesondere habe ich dem bereits Bekannten nichts hinzuzufügen, und ich verweise in dieser Beziehung auf die Arbeit von *Shuttleworth* »über den Bau der Chitonen«, Berner Mittheilungen 1853 pag. 45. Interessant und eigenthümlich ist aber die Physiognomie, welche Chiton piceus bietet, wenn man nur die Schaalen vom Rücken entfernt, ohne die sehnige Schaalenkapselhaut zu verletzen (fig. 1). Jede der acht mit einander verwachsenen Kapselmembranen liegt nur mit ihren Rändern der Schaale fest an. Der vordere Rand einer jeden Kapselmembran ist stets von dem hintern Rande der vorhergehenden dachziegelförmig bedeckt und in die tiefe auf diese Weise entstehende Furche schieben sich die obern Ränder oder Gelenkvorsprünge des Articulamentum jeder Schaale. Der hintere Rand jeder Schaalenkapsel besteht aus zwei durch eine quere Furche getrennten weissen, starken, sehnigen Querstreifen. Der obere breitere und dickere Querstreif (*b* fig. 1) legt sich dem hinteren Rand des Articulamentum der entsprechenden Schaale von unten an, der hintere etwas dünnere Querstreif des Hinterrandes (*a* fig. 1) verwächst von oben mit dem vorderen Theil des Articulamentum der folgenden Schaale, so dass die Schaalen von vorn vollständig eingekapselt sind, ihr hinterster Rand aber frei bleibt, indem er die Sehnenfläche *b* etwas überragt. Dem mittleren Ausschnitte des vorderen Randes der Schaalen entsprechend sehen wir in der Mitte jeder Sehnenfläche *a* des Hinterrandes der Kapselmembran einen schwachen durch einen seichten Ausschnitt in zwei Lappen getheilten Vorsprung. Die Seitenränder der Kapselmembran bilden ebenfalls eine etwas vertiefte Furche, die den Seitentheil des Articulamentum umfasst. Den kleinen Zähnchen des letzteren entsprechend erscheint die sehnige Membran hier mit gesägten Einkerbungen, die in der Mitte ihrer Längenrichtung durch eine der Incisur des Articulamentum entsprechende erhabene kleine Querfalte (*d*, *d*) unterbrochen sind. Die oberste und unterste

Kapselmembran zeigen den ganzen halbmondförmigen Aussenrand (*g*) mit kleinen Sägezähnen besetzt, die der Skulptur der Schaalen entsprechend von Stelle zu Stelle in regelmässigen Abständen durch stärkere Leisten unterbrochen sind.

Das dünnere Mittelfeld jeder Kapselmembran zeigt als weisse erhabene Linien die unter der Haut gelegenen mit ihr verwachsenen Sehnen der drei hauptsächlichsten Schaalenmuskeln. *c c* sind die von beiden Seiten her in der Mittellinie vereinigten Sehnen der geraden Schaalenmuskeln, die in der Mitte und nach unten die Aorta zwischen sich fassen. Diese Sehnen setzen sich etwas breiter werdend an die Mitte der Sehnenfläche *b*. Die Sehnen der von *Middendorff* bereits beschriebenen und hier weniger als bei Cryptochiton von einander geschiedenen queren und schrägen Schaalenmuskeln sieht man bei *f*. Die Verwachsung der Schaalenkapseln geschieht in der Tiefe der Furche zwischen dem hier nicht sichtbaren Vorderrand und dem ihn bedeckenden Hinterrand *b a*, ferner durch Verschmelzung des Randtheiles des hintersten Sehnenstreifens *a* mit der obern Kante des Seitenrandes der folgenden Kapselmembran, wie dies auf unserer Figur deutlich zu sehen ist.

Gefässsystem.

A. Herz.

Oeffnet man den Chiton piceus vom Rücken her, indem man alle Rückenschienen entfernt und die Kapselhaut nach einem vorsichtigen Längsschnitt zu beiden Seiten zurückschlägt, so gelangt man zunächst zum Herzen und der Aorta als den am oberflächlichsten gelegenen Organen.

Die Lage des Herzens ist schon von den früheren Autoren ganz richtig angegeben. Es liegt unter dem hintern Theil der sechsten, der ganzen siebenten und achten Rückenschiene im hintern Ende des Körpers, dessen ganze Breite es hier einnimmt, und die Aorta erstreckt sich in der Mittellinie nach vorn gegen den Kopf. Nach oben wird es von einer das Dach der Körperhöhle auskleidenden sehr zarten Membran bedeckt, die der innern Hautfläche so fest anhängt, dass man sie nur stellenweise in kleinen Lappen abpräpariren kann. Diese Haut zeigt unter dem Mikroskop sehr viele geschlungene Fasern, die aber grösstentheils verschwinden, wenn man die Haut anspannt, und sich dadurch als zarte Falten zu erkennen geben.

Nach unten ruht das Herz auf einer andern Membran, welche bei ihrem Ursprung von den hintern Rändern des Körpers sehr viel stärker ist als die obere Membran. Indem sich diese Haut, welche zwischen der unteren Herzfläche und dem hintern Theil des Geschlechtsapparates liegt, nach vorn erstreckt, wird sie beträchtlich dünner und schwächer bis sie endlich gegen den vordern Rand des siebenten Körpersegmentes hin ganz

zu verschwinden scheint, so dass hier die vordere Fortsetzung des Herzens, die Aorta, und das Ovarium unmittelbar auf einander liegen. Diese eben beschriebene Membran zeigt viele Falten, welche man in fig. 2 durch die durchsichtige Herzvorkammer hindurchschimmern sieht. Unter dem Mikroskop verhält sie sich wie eine wahre Zellgewebsmembran. Diese eben beschriebene Verdünnung betrifft übrigens nur den mittleren breitesten Theil dieser Membran, an den Seiten des Körpers, nach aussen vom Ovarium bleibt sie stärker und verbindet sich nach vorn mit dem sogenannten hintern Zwerchfell, welches die Ovarien von den Verdauungsorganen abtrennt. Wir werden hierauf bei der Beschreibung der Geschlechtstheile noch einmal zurückkommen.

Die Form des Herzens fand ich bei Chiton piceus ziemlich abweichend von dem, was *Cuvier* bei der von ihm zergliederten Art und *Middendorff* bei Chiton (Cryptochiton) Stelleri beobachtet hat. Doch schliesst sich mein Befund mehr dem von *Cuvier* an.

Präparirt man das Herz von oben her frei, indem man seine Decken nur so weit entfernt, als sie nicht mit seinen Wänden verwachsen sind, also bis gegen den Rand der Schaalenkapseln, so erhält man ein Präparat wie ich es in fig. 2 dargestellt habe. Man sieht eine unpaare mittlere Herzkammer von länglicher Gestalt mit zwei durch eine Einschnürung getrennten Anschwellungen, deren hintere kleinere zugespitzt endet, und zwei seitliche fast dreieckige Vorkammern, die je durch zwei Oeffnungen (eine für jede Anschwellung) in die Kammer münden. Am Winkel zwischen der äusseren und der vorderen Seite des Dreiecks, welches jede Vorkammer bildet, sieht man die Oeffnung der Kiemenvene (0).

So weit also das Herz auf dieser Figur 2 dargestellt ist, erscheint es gänzlich frei und unverwachsen mit seinen Hüllen, sowohl von oben als von unten. An den hinteren Theilen des Aussenrandes der Vorkammer ist die Kapselwand der achten Schaale nur so weit dem Vorkammerrande eng verwachsen, als sie nicht zurückgeschlagen ist. Das zurückgeschlagene Fragment (*z*) aber liess sich sehr leicht abheben oder abtrennen.

Es bestätigt sich also für Ch. piceus nicht, was *Middendorff* für Cryptochiton Stelleri fand, wenn er sagt (Acad. Petersb. 1849, pag. 132): »Ziemlich in der Mitte ihrer Länge hängt die obere Wand der Herzkammer auf das festeste dem Zwischenraume der 6ten und 7ten Schaale an, und es scheint, als dringe hier ein Gefäss, Mantelarterie (Art. pallii) nach aussen hin. Auch die untere Wand der Herzkammer ist mit der darunter liegenden Haut des Zwerchfelles verwachsen, verstärkt wird dieses Zusammenhängen durch mehrere kleine Gefässe, Afterarterien (Art. anales), die im Grunde der Herzkammer als kleine Oeffnungen sichtbar sind. — — — — Seitlich neben diesen Oeffnungen und etwas höher als diese gelegen sieht man noch einige kleine Oeffnungen, welche das Blut zum Mantelrande und zur letzten Schaale führen mögen.«

Ich sah ausser der Aorta durchaus kein Gefäss unmittelbar aus dem Herzen kommen, ich sah keine der angegebenen Oeffnungen am Herzen von Ch. piceus und ich gestehe, dass mir ihre Existenz selbst für Cryptochiton verdächtig ist, da, wie wir sogleich sehen werden, die Herzwand an einigen Stellen sich durch Auseinanderweichen der äusseren dicksten Schicht ausserordentlich verdünnt, so dass diese ganz durchscheinenden Stellen bei der Betrachtung leicht für Oeffnungen genommen und bei starker Injection durchrissen werden können. Diese dicke aus eigenthümlichen Zellen bestehende äussere Herzwand und ihre Verhältnisse werden aber von *Middendorff* auf keine Weise beschrieben. Sollte bei einigen Chitonen das Herz ausser der Aorta noch besondere kleine Gefässe zu einzelnen Körpertheilen abgeben, so würde sich dieses vom Typus der Mollusken entfernen und an die Ringelthiere anschliessen.

Präparirt man nun das Herz sorgfältig selbst an den Stellen frei, wo es eng mit dem Randwulste des Körpers verwachsen ist, so erhält man, wenn man so glücklich war, Einrisse in die Substanz des Herzens zu vermeiden, das in fig. 3 dargestellte Präparat. Das hintere Ende des Körpers ist hier durch einen hinter der freigelegten Herzspitze herabgeführten Längsschnitt (*B.*) ganz gespalten, und die linke abgelöste Hälfte des Körperrandes ist etwas nach unten gebogen, so dass die Herzränder frei zum Vorschein kommen. An der nach rechts eingebogenen Spitze der Herzkammer hängt noch ein Zipfel der eng mit ihr verwachsenen Schaalenkapselwand (*Z*), den ich fürchtete ohne Verletzung nicht abtrennen zu können.

Das Merkwürdigste, was dieses Präparat zeigt, ist, dass die anscheinend getrennten beiden Vorkammern in der Substanz des Körperendes durch einen winklig gebogenen Kanal so vereinigt sind (*R*), dass sie eigentlich zusammen nur eine einzige, den Ventrikel hufeisenförmig umgebende Vorkammer mit 4 Atrioventrikularöffnungen vorstellen. Die Kammerspitze liegt dem Kanal (*R*) auf, ist aber von ihm leichter als von der Körperwand zu trennen. Der äussere Rand der Vorkammer zeigt, der Einschnürung in der Kammer entsprechend, ebenfalls eine Einbuchtung und hinter derselben befindet sich gegenüber der hintern Atrioventrikularmündung eine Stelle, die so eng mit der Kapselwand verwachsen ist, dass ich sie links nur mit einiger Beschädigung der dadurch verdünnt (aber nicht zerrissen) erscheinenden Wand der Vorkammer (*xx*) abtrennen konnte. Rechts habe ich hier die Kapselwand aufliegen lassen (*x*). Die genauere Untersuchung lässt es noch zweifelhaft, ob hier vielleicht einige jedenfalls sehr enge Körpervenen in die Vorkammer eindringen, deren Blut sich also (wie bei andern Mollusken zum Theil das der Nierenvenen) der Kiemenathmung entzöge. Die Verschiebung der Herzkammer nach rechts lässt die linken zwei Atrioventrikularöffnungen deutlicher und etwas mehr als bei normaler Lage verlängert erscheinen.

Die fig. 2 ist 1½ fach, fig. 3 ist 1⅔ fach vergrössert gezeichnet.

Die von mir gefundene Anordnung ist gleichsam ein Mittelglied zwischen dem, was *Cuvier* bei seinem Chiton und *Middendorff* bei Cryptochiton beschrieben haben. Bei *Cuvier's* Chiton (Cuv. pl. 3, fig. 14 *m*) vereinigen sich ebenfalls beide Vorkammern, aber so, dass sie nicht unmittelbar in einander übergehen, sondern sie münden einander entgegenkommend in die Spitze der Kammer. Bei *Middendorff's* Cryptochiton (l. c. tab. IX, fig. 2 *H*) enden die beiden Vorkammern vollkommen getrennt in zwei blinden Säcken und die beiden Verbindungen mit der Kammer liegen jederseits, wie bei meinem Chiton, weit vor diesem Ende. Während also die sonderbare Form des Herzens der Chitonen mehrfache in einander übergehende Modifikationen zu zeigen scheint, bietet das von mir beschriebene Verhältniss zugleich einen Anknüpfungspunkt an das typische Herz der Gasteropoden mit einer einzigen Vorkammer dar. Wäre der Kanal bei *R* etwas weiter, so dürfte man auch hier nur von e i n e r Vorkammer sprechen. Wäre aber die Einbuchtung der hinteren Atrioventrikularmündung gegenüber etwas enger, so hätten wir 4 Vorkammern und auch dieses dürfte später bei einigen hierhergehörigen Thieren beobachtet werden, ohne dass dadurch der Typus eine wesentliche Abweichung erführe; die jetzt noch für mich problematischen kleinen Venen bei x und xx führten dann zu einer besonderen Vorkammer, das vordere Paar der Atrien würde arterielles, das hintere Paar venöses Blut in den Ventrikel führen und die für die Chitonen so sehr auffallende Vermehrung der Atrioventrikularmündungen würde hier ihre Erklärung finden.

Das Herz ist bei Chiton piceus auch im (durch Luft oder Flüssigkeit) ausgedehnten Zustande vollkommen platt gedrückt (bei Chiton bruneus ist es ganz gleich gebildet aber mehr gewölbt). Die Gestalt ergibt sich aus den Abbildungen. Die Vorkammern sind ganz dünnwandig, durchsichtig und farblos, werden sie angespannt, so zeigen sie die nach der Oeffnung der Kiemenvene hinlaufenden zarten Falten, welche in fig. 2 bemerklich sind. Die Falten im hinteren Theil der Vorkammern ziehen sich gegen die hintere Atrioventrikularmündung. Die Herzkammer ist im Allgemeinen von gelblicher Farbe, hat ein rauhes Ansehen und derbe Wandungen. Aber an zwei Stellen von oben und an ganz entsprechenden (aber durch einzelne hereinragende dickere Zacken unregelmässiger erscheinenden) Stellen von unten ist ihre Wand sehr dünn, ganz durchsichtig und der der Vorkammern ähnlich. Die eine dieser Stellen ist schmal und liegt in der Mittellinie hinter dem Anfang der Ventrikeleinschnürung (*d*), die zweite dieser Stellen (*d'*) ist breiter, nach vorn, wo sie sich auf die Aorta fortsetzt, etwas verschmälert und liegt in der Mitte der vorderen Auftreibung bis zum Vorderrande des Ventrikels. Eine genauere Untersuchung lehrt, dass diese Stellen nicht, wie man zuerst vermuthen

Digitized by Google

sollte, Lücken in der Muskelsubstanz des Herzens entsprechen, sondern in dessen Epithelialüberzug.

Bei Ermangelung eines eigentlichen Perikardiums sind nämlich Kammer und Vorkammer von einem Epithel überzogen, welches sich bei beiden ganz verschieden verhält.

Die äussere Membran der Vorkammer bildet eine ungemein zarte Haut, die ein schwer zu erkennendes nur in einfacher Lage vorhandenes Epithel trägt, das aus pflasterförmig an einander gereihten ziemlich platten Zellen von 0,003 bis 0,005‴ Durchmesser besteht, in denen sich ein schwach schattirter Kern erkennen lässt.

Die äussere Schicht der Kammer aber besteht aus ziemlich scharfrandigen grossen, angeschwollenen, 4—7fach übereinander geschichteten, fast dunkel gefärbten Kugeln von 0,003 bis 0,008‴ Durchmesser und es lässt sich durchaus keine besondere Membran erkennen, welche diese Kugeln trägt, deren grösste die äussere Schicht, deren kleinste die innern Schichten bilden. Diese Kugellagen machen mehr als die Hälfte und an den Rändern mehr als ²/₃ der Dicke der Kammerwandungen aus, und sie fehlen gänzlich und wie scharf abgeschnitten an den oben beschriebenen durchsichtigen Stellen. Jede der grössern Kugeln trägt einen Kern mit meist einfachem, manchmal doppeltem, Kernkörper, der erst durch Anwendung von Essigsäure deutlich hervortritt.

Die zweite tiefere Lage der Herzsubstanz ist die Muskelschicht. An der Kammer bildet dieselbe eine ziemlich ununterbrochene Hülle aus vielfach durch einander geschlungenen, aus dickeren Balken in dicht an einander gedrängte Aeste sich vertheilenden Fasern, die an den durchsichtigen Stellen zwar etwas aber nicht sehr beträchtlich dünner und weitmaschiger wird.

An den Vorkammern aber ist die Muskellage sehr dünn und die einzelnen Verzweigungen lassen weite Lückenräume zwischen sich. Die meist einfache Muskellage lässt in den Lücken erkennen, dass sich die Bündel nicht nur geflechtsweise an einander legen und wieder von einander abgehen, sondern dass auch häufig wahre Theilungen der einzelnen Primitivmuskelbündel vorkommen. In fig. 4 ist aus einer Vorkammer ein solches Geflecht mit Theilungen bei auffallendem Licht und etwa 30facher Vergrösserung abgebildet. Man kann sich diese sehr zierlichen Bilder leicht verschaffen, wenn man irgend ein beliebiges Stück aus der Vorkammer schneidet und auf dem Objektträger ausbreitet.

Die Primitivfasern der Muskeln des Herzens gleichen denen, welche *Leydig* bei Paludina beschrieben hat (*Siebold & Kölliker's* Zeitschr. II, pag. 170). An meinen Weingeistexemplaren war die Struktur deutlich, ohne dass ich wie *Leydig* die Muskeln erst zu kochen brauchte. Die einzelnen Muskelröhrchen zeigten in fast regelmässigem Abstand nicht eigentlich quergelagerte schmale Inhaltsportionen, wie dies *Leydig* abbildet, aber mehr oder weniger kuglige oder quadratische Inhaltsmassen von der

2*

Digitized by Google

Breite des Röhrenlumens, so dass der Anschein einer queren Streifung herauskam.

Die innere Herzfläche besitzt ein zartes Epithel aus unregelmässig eckigen Zellen, die sich sehr leicht ablösen und daher bei der Untersuchung an manchen Stellen zu fehlen schienen, während sie bei andern Exemplaren oder an den entsprechenden Stellen der andern Herzhälfte gefunden wurden. Die Zellen sind im Mittel 0,004''' breit, besitzen einen verhältnissmässig kleinen aber deutlichen Kern mit einem oder mehreren fettglänzenden Pünktchen als Kernkörperchen. Diese Zellen sitzen einem Endokardium auf, das über die stärkeren Muskelbündel der mittleren Herzschicht an vielen Stellen faltig nach innen gedrängt ist.

Die Atrioventrikularmündungen besitzen je zwei kleine Klappen, die aus einer Falte des Endokardiums bestehen, in deren Innerem ich radiäre hie und da gabelspaltige Streifen sah, die mir mit der Muskelhaut zusammenzuhängen schienen. Beim Uebergang der Herzkammer in die Aorta konnte ich keine Klappen bemerken.

Es ist fast überflüssig nach *Cuvier* und *Middendorff* noch einmal zu wiederholen, dass die Herzkammer nicht vom Mastdarm durchbohrt wird. Mehrere Schriftsteller geben an, dass *Meckel* und *Feider* bei Chiton dieses an die Bivalven erinnernde Verhalten gefunden haben sollen. *Feider's* unter *Meckel's* Leitung erschienene Dissertation de Halyotide, Halae 1814, welche dieser Angabe zu Grunde liegt, ist mir nicht zur Hand, in *Meckel's* System der vergl. Anatomie 5. Theil 1831, pag. 116 finde ich aber folgende Stelle in Bezug auf das Durchgehen des Rektum durch das Herz. »Bei Patella und Chiton ist dies dagegen wahrscheinlich nicht der Fall, wenigstens konnte ich es bei meinen kleinen Exemplaren nicht mit Sicherheit wahrnehmen«, so dass man in dieser Hinsicht *Meckel* Unrecht gethan hat.

B. Peripherisches Gefässsystem.

Die Aorta, welche gleichsam die Fortsetzung der Herzkammer bildet, welche ganz allmälig sich verengend in erstere übergeht, läuft von hinten nach vorn gegen das Kopfende des Thieres. An ihrem Ursprunge (fig. 2 *A*) liegt sie dem hintersten Ende des Ovariums auf und ist von diesem durch die Haut getrennt, welche dem Herzen als Unterlage dient und die sich, wie schon erwähnt, nach vorn hin sehr verdünnt, um im Niveau des vordern Randes des 6ten Schaalenstücks endlich ganz zu verschwinden oder in die dünne Zellhaut des Eierstockes überzugehen. Von hier an liegt die Aorta unmittelbar dem Ovarium auf in einer obern Längsfurche desselben, wie dies bereits von *Cuvier* abgebildet ist. Die Aorta gibt nun nach unten hin eine Reihe von Eierstocksarterien ab, deren Zahl ich bei weitem geringer finde, als *Middendorff* bei Cryptochiton, wo ihre Oeffnungen die Unterwand der Aorta in grosser Menge dicht neben einan-

der wie ein Sieb durchbohren. Ich finde bei Chiton piceus nur 5 bis 6 Ovarialarterien. *Middendorff* fand ausserdem, dass bei Cryptochiton an jedem Schaalenzwischenraum ein dicker Ast, die Mantelarterie, senkrecht in die Höhe stieg, der sich sogleich in zwei Aeste spaltete, die ihre feinen Verzweigungen in die Mantelsubstanz hineinsenden. Ein analoges Verhalten fand ich bei Ch. piceus, aber statt des einfach aufsteigenden Astes entspringen hier aus der Aorta sogleich zwei dünne seitliche Gefässchen für den Mantel.

Die Aorta theilt die gelbliche Farbe und den allgemeinen Bau der Herzkammer. Derselbe mehrfache Kugelbeleg, den wir am Herzen finden, setzt sich auf die Aorta fort und hüllt deren Seiten ein, während er oben und unten fehlt und eine breite Mittellinie mit durchsichtigen Wandungen frei lässt (fig. 2 *A'*).

Nach *Middendorff* mündet bei Cryptochiton die Aorta unmittelbar in den sogenannten Schlundblutraum, bei Ch. piceus aber habe ich nach gelungenen Injektionen gesehen, dass die Aorta in der Gegend des ersten Körpersegmentes über dem Kopfe angekommen sich in zwei grössere divergirende nach vorn sich umbiegende Aeste spaltete, und aus jedem dieser Aeste ging bald nach seiner Entstehung noch ein kleinerer ab, der sich seitwärts gegen den hintern Rand des ersten Körpersegmentes wendete und sich von hier aus auf der Bauchseite gegen den Mund zu umbog, ohne dass ich ihn ganz bis zu letzterem hin verfolgen konnte.

Dieses sind alle Arterien, welche ich bei Ch. piceus mit Bestimmtheit erkennen konnte. Aus den angegebenen Verzweigungen der Aorta ergoss sich die Injektionsmasse stets in die Hohlräume, welche der Schlund und die verschiedenen Abtheilungen der Verdauungsorgane zwischen sich liessen, sie floss neben der Zunge vorbei bis ins Innere der Leber, ohne dass ich es zu entscheiden wage, ob hier durch die Gewalt der Injektion noch einige feinere Gefässe zerrissen worden und so Extravasat entstanden war, oder ob wir hier die von *Milne Edwards* und *Valenciennes* beschriebene Lakunenbildung der Mollusken vor uns haben, die wesentlich darin besteht, dass bei diesen Thieren die Gefässwände an einem gewissen Punkte aufhören und die Eingeweidehöhlen zur Aufnahme und Fortleitung des Blutes benutzt werden.

Middendorff ist bei seinen Injektionen nicht glücklicher gewesen als ich und er beschreibt ausführlich die verschiedenen Lücken, welche die Eingeweide zwischen sich lassen, als verschiedene das Gefässsystem ergänzende Blutbehälter, für die er eine Reihe von besonderen Namen in Vorschlag bringt.

Von besonderem Interesse erschien mir, dass unter Anderem auch die Hüllen, welche das über und hinter dem Munde gelegene Centralnervensystem beherbergen, zu einem Sinus werden, in welchem sich die Injektionsmasse sammelt und so unmittelbar das Gehirn umgibt. Aehnliches ist schon von mehreren französischen Forschern bei andern niedern

Thieren beobachtet, bei Chiton piceus aber setzen sich die Nervenhüllen als häutiger blutführender Kanal seitwärts gegen den Körperrand fort, den sie im Niveau des zweiten Segmentes erreichen; sie dringen hier von einem Nerven begleitet in eine Oeffnung des wulstigen Körperrandes, an dem die Kiemen befestigt sind. Im Innern dieses muskulösen Seitenwulstes biegt sich der Kanal nach hinten und verläuft hier bis in die Nähe des Afters als Kiemenarterie. Sobald der Kanal in den Seitenwulst des Körpers eingedrungen ist, verdünnen und verlieren sich seine häutigen Wandungen, während sein Lumen offen bleibt und sich leicht injiciren lässt, der Kanal ist also hier vom Muskelgewebe des Seitenwulstes begränzt, wie dies auch *Middendorff* (l. c. tb. IX, fig. 3 *K*) richtig abbildet. Dieser Kanal dient als Kiemenarterie und man sieht in seinem Grunde die Oeffnungen der kleinen Kiemengefässe. Er muss mithin venöses Blut führen und die Kapsel um das Gehirn wird also als venöser Sinus anzusehen sein.

In der Gegend des Afters mündet die Kiemenarterie frei in den hintersten Theil der Eingeweidehöhle, so dass also auch von hier aus venöses Blut in sie eindringen kann und die zwei in ihr sich begegnenden Ströme die Flüssigkeit um so eher seitwärts in die Kiemenblättchen treiben müssen, ein häutiger Ansatz an den Rändern der hinteren abdominalen Oeffnung der Kiemenarterie ist vermuthlich von *Cuvier* als Vena cava betrachtet worden. Indem dieser häutige Ansatz jederseits über dem Rektum nach der Mittellinie geht, bildet er vielleicht *Middendorff's* hinteren Arterienbogen (l. c. tb. VIII, fig. 3 und 5 *g*). In den oberen Rand der Kiemenarterie münden kleine Oeffnungen, die mit Furchen im Innern des Mantels in Verbindung stehen und die *Middendorff* als breite Kanäle beschreibt, welche das Venenblut des Mantels der Kiemenarterie zuführen. Aus der Kiemenarterie führen feine bogige Kanäle in die Kiemenblätter und Kiemenblättchen und aus diesen rückführende deutliche Gefässe in die neben der Kiemenarterie liegende Kiemenvene, welche auf die fig. 2 abgebildete Weise den Seitenkanal verlässt und in die Vorkammer des Herzens mündet, so dass durch sie der Kreislauf des Blutes geendet ist.

Ich habe im Vorhergehenden die Gefässe des Chiton piceus im Allgemeinen geschildert, wie sie mir nach meinen Injektionen und mikroskopischen Beobachtungen erschienen und ich darf zu meiner Befriedigung darauf hinweisen, dass im Wesentlichsten die Verhältnisse mit den Angaben *Middendorff's* im Einklange stehen, im Einzelnen fanden sich aber viele Abweichungen, insofern eine Anzahl der von *Middendorff* unterschiedenen Gefässabtheilungen bei Chiton piceus mehr in einfache Stämme zusammenzufallen scheinen. Eine genauere Vergleichung muss ich dem Leser selbst überlassen, da sie hier zu weit führen und ohne Nutzen sein würde. Gewiss ist mir gar Manches entgangen, was eine grössere Uebereinstimmung be-

Digitized by Google

gründet hätte, aber ich darf versichern, dass die vorgelegten Resultate auf wiederholten und gewissenhaften Untersuchungen beruhen.

Geschlechtstheile.

Nimmt man bei dem von oben geöffneten Thiere das Herz mit der Aorta weg, so hat man den Eierstock fast in seiner ganzen Länge vor sich liegen. Derselbe hat im ausgebildeten Zustande etwa die halbe Breite des Thieres und nach vorn, wo er etwas schmäler wird, reicht er bis in die Gegend der zweiten Rückenplatte. Um sein hinteres Ende deutlich zu sehen, muss man nun noch die fibröse Membran wegnehmen, welche von *Middendorff* als hinteres Zwerchfell bezeichnet ist und auf der das Herz aufliegt. Diese Membran verliert sich vor dem Herzen nach vorn zu, im Hintertheil des Körpers aber schiebt sie sich zwischen Herz und Eierstock. Hat man sie, so weit es angeht, abpräparirt, so sieht man, dass der Eierstock nicht ganz das hintere Körperende erreicht und blind mit einer stumpfen Abrundung etwa im Niveau des 6ten Kiemenblattes endet, ohne sich in einen Ausführungsgang fortzusetzen. Hingegen gewahrt man an den Seiten die beiden Eileiter, von denen wir sogleich sprechen werden. Da bereits *Cuvier* in seinem Memoire sur l'oscabrion den Eierstock im Ganzen gut abgebildet hat (vergl. auch die Copie in Regne animal illustré, Mollusques Pl. 61), so hielt ich es für überflüssig, noch eine Abbildung desselben zu geben. Höchst merkwürdig ist der innere Bau dieses Organes, welcher zuerst von *Middendorff* theilweise erkannt worden ist.

Der ganze Eierstock stellt einen grossen, bei Chiton piceus schön orangeroth, bei Chiton bruneus Rüpp. graubraun gefärbten nach unten und hinten völlig geschlossenen Sack vor, dessen Wände nach oben in der Mittellinie, wo die Aorta aufliegt, zu einer langen ziemlich schmalen Spalte auseinanderweichen. Diese Spalte ist also im Normalzustande durch die untere Wand der Aorta geschlossen, hat man aber letztere weggenommen, so kann man durch sie in das Innere des Sackes hineinsehen. Die äussere Oberfläche dieses Sackes ist nicht eben, wie sie *Middendorff* bei Ch. Stelleri gefunden, sondern durch tiefe Furchen in seitlich symmetrische Lappen und diese wieder durch seichtere Furchen in einzelne Wandungen abgetheilt, so dass die Oberfläche des ganz ausgebildeten Eierstockes einigermaassen der des menschlichen Gehirnes ähnlich wird. Man kann diese Windungen auf unserer fig. 2, *b b* neben der Aorta durch das verdünnte hintere Zwerchfell durchschimmern sehen. Die Eier und deren Keime befinden sich nun nicht in der Höhle des Sackes, sondern merkwürdigerweise in der Dicke seiner Wandungen, während die Höhle selbst ganz leer ist und nur von weisslichen Strängchen durchzogen erscheint, die sich bei injicirten Exemplaren als die Ovarialarterien auswiesen, die sich etwa 6 zu beiden Seiten von der Aorta aus schief nach

Digitized by Google

hinten und ins Innere des Sackes begeben, sich beständig dichotomisch theilend, bis sie an dessen Wänden ankommen, wie ich dies in fig. 5 abbilden liess. Die Innenwand dieses Sackes ist nun nicht glatt, sondern mit einer Unzahl von kleinen ziemlich langen Zotten dicht besetzt, die man in unserer Figur in verkürztem Maassstabe von oben herab als Körnchen sieht. Diese langen Zotten werden nun von zwei Endästchen der Arterien an beiden Seiten von aussen umfasst, wie das von *Middendorff* recht gut beschrieben ist. An der Basis der Zotten angelangt, verbinden sich die verschiedenen Arterienästchen zu einem feinen Geflecht in der Wand des Sackes. Bei Cryptochiton, wo die Zahl der Ovarialarterien nach *Middendorff* (dessen tab. VII, fig. 3) eine bei weitem grössere ist, biegen sich dieselben nicht nach hinten, sondern laufen gerade nach der Wand des Sackes, von der jede Arterie nur eine viel kleinere Portion zu versorgen hat, so dass die dichotomischen Theilungen der Stämmchen viel weniger zahlreich sind.

Bei unreiferen Eierstöcken sieht man die Eier nur in der Substanz der Wandungen selbst, und so hat es auch *Middendorff* angegeben, in einem Falle aber, wo ich reife Eier in den Eileitern fand, sah ich auch an der Basis einiger Zotten hie und da Eier, welche ausgebildeter waren als diejenigen, welche sich in den Wandungen zusammengedrängt fanden, so dass wahrscheinlich die reifen Eier in die Zotten wandern und diese scheinen sie durch Dehiscenz in das Innere des Sackes zu entleeren. Eine Oeffnung an den Zotten sah ich nie.

Wir haben also hier merkwürdigerweise ein Beispiel von einer Drüse, deren Sekret durch denselben Hohlraum nach aussen entleert wird, in welchem ihre zuführenden Blutgefässe liegen.

Middendorff hat wohl die Zotten der Eiersackhöhle gesehen, glaubt aber (l. c. pag. 138) »diese dreieckigen Hautzotten entspringen, dicht neben einander gedrängt, mit breiter Basis von der Eiersackwandung, man hat sie als eine besondere Art von Falten dieser Innenwandung anzusehen, in welche Falten aber diejenigen Muskelfasern, welche unter dem Mikroskop in der Eiersackhülle sichtbar werden, nicht hinübergehen.« Dem äusseren Anschein nach scheint allerdings *Middendorff* Recht zu haben, untersucht man aber die Sache genauer bei nur mässiger Vergrösserung an in Alkohol oder in verdünnter Lösung von chromsaurem Kali erhärteten Eiersäcken, so erkennt man, dass sich die Sache anders verhält. Jede Zotte ist das vorragende Ende eines langen, mit Eikeimen gefüllten, vielfach knäuelförmig gewundenen, hie und da sich theilenden Schlauches. Die Windungen liegen plattgedrückt ziemlich eng neben einander, und haben kleine Blutgefässe zwischen sich; die verschiedenen Röhrenknäuel sind durch etwas weitere Zwischenräume geschieden, als die Windungen jedes Knäuels unter sich. Alle diese Windungen zusammen, von einer Zellhaut umgeben, an welcher netzförmige Muskelbündel sichtbar werden, bilden die Wandung des Eiersackes.

Digitized by Google

Wie bei Chiton piceus und noch mehr bei dem näherstehenden bruneus Rüpp. einzelne Knäuelhaufen durch tiefe Einkerbungen von den andern geschieden sind, so dass auf beiden Seiten symmetrische Lappen des Eiersackes entstehen, so könnte möglicherweise diese äussere Trennung durch Einschnürungen der Hülle bei andern Arten noch weiter gehen, und auf diese Weise könnte endlich die Form des Eierstockes entstehen, welche *Blainville* bei seinem Chiton gefunden hat. Er gibt an »L'appareil générateur est formé d'une partie longitudinale ou centrale .... de chaque côté de laquelle sont une foule de petites coecums, ou mieux d'espèces d'arbuscules. (Dict. des sciences nat. Tome XIII, pag. 529). *Cuvier* nennt den Eierstock »une grappe de petits lobules«, seine Figur stimmt aber, wie erwähnt, fast vollkommen mit unserm Befunde überein.

Die Spalte des Eierstocks, welcher von der Aorta bedeckt wird, hat bei Chiton piceus einfache glatte Ränder, bei dem Exemplar von Chiton bruneus aber fand ich sie in ihrer ganzen Ausdehnung beiderseits durch eine verdickte sehnige Leiste gesäumt.

Die Eileiter, welche aus der Höhlung des Sackes nach aussen führen, sind theilweise schon von *Cuvier* richtig erkannt worden, wenn ihm auch bei der Schwierigkeit ihrer Präparation nicht alle Verhältnisse ganz klar geworden sind. Wir haben gesehen, dass in der Gegend des Ursprunges der Aorta eine fibröse Haut, das sogen. hintere Zwerchfell, sich zwischen die Cirkulationsorgane und das Ovarium schiebt (fig. 2 *e*); die mittlere obere Längsspalte des Eiersacks beginnt nun bereits unter dieser fibrösen Haut, so dass die Spalte an ihrem Anfang noch nicht von der Aorta, sondern von jener Haut bedeckt ist, die den Rändern der Spalte fest anhaftet. Aber an dem hintersten Anfang der Spalte unter dem vorderen Segment der Herzkammer sind die beiden Seitenränder der Spalte etwa in der Ausdehnung von 1,5 Millim. nicht mit jener Membran verwachsen und die hier entstehende Lücke setzt sich in eine nach aussen und wenig nach unten gehende Röhre fort, so dass nur die untere Wand der Röhre von dem eigentlichen Ovarium, ihre obere Wand aber von der überdeckenden Membran entspringt. Diese obere Wand ist denn auch bei Chiton piceus in der That sehr dünn und bis nahe dem äusseren Ende der Eileiter mit dem hinteren Zwerchfell so innig verwachsen, dass ich sie nicht ohne Zerreissung abtrennen konnte, während die untere Wand viel dicker und selbstständiger ist. Beide Eileiter, welche man in unserer fig. 2 *ff*, unter dem hinteren Zwerchfell hindurchschimmern sieht, enden in der Kiemenrinne im Niveau des 7ten Kiemenblattes von hinten, wie dies bereits *Middendorff* angegeben hat. Ihre äussere Mündung ist nach *Middendorff* bei Chiton Stelleri durch einen warzigen Vorsprung bezeichnet, den ich bei Ch. piceus nicht wiederfinden konnte.

Während bei Ch. piceus die vordere Wand des Eileiters sehr dünn und innig mit dem hinteren Zwerchfell verwachsen ist, habe ich bei Chi-

Digitized by Google

ton bruneus den ganzen Umfang des Eileiters ausser an seinem Ursprung von dem Zwerchfell ablösen können. Die Wände sind hier überall dick und sondern sich deutlich in drei Schichten, eine äussere und innere Faserhaut und eine mittlere Muskelhaut; die innere Haut, welche wohl im frischen Zustande ein Epithel tragen mag, ist viel umfangreicher als die beiden andern und sie schlägt daher beträchtliche Falten. Diese Falten sieht man auch bei Ch. piceus und ich habe eine derselben in fig. 6 abbilden lassen. Hinter den Ursprüngen der Eileiter, die beide nur durch eine schmale Brücke getrennt sind, setzt sich der Eiersack noch in einen kurzen buchtigen Blindsack fort, aber ohne Spur der mittleren Längsspalte.

Wenn bei Ch. piceus der Verlauf der Eileiter mehr ein gerader von innen nach aussen ist, so laufen sie bei Ch. bruneus mehr schräg nach hinten.

Man sieht nach dieser Darstellung, dass die Eileiter auf der oberen Fläche des Eiersackes liegen und entspringen. Bei Cryptochiton scheint sich die Sache anders zu verhalten, denn *Middendorff* sagt (l. c. pg. 138): Vor dem hinteren blinden Ende des Eierstockes gehen von seiner Unterwand zwei sehr dünnwandige Kanäle, Eileiter« und dies wird auch durch seine Abbildung tab. VI, fig. 1 bestätigt. Durchbohren hier etwa die Eileiter die ganze Dicke der Eierstockssubstanz, um in den Sack zu gelangen, oder ist hier der Mechanismus der Entleerung der Eier ganz von dem beschriebenen verschieden? Das Organ, welches *Middendorff* als Schleimdrüse bezeichnet und das auch ihm nicht konstant erschien, habe ich nicht gefunden, hingegen habe ich mich überzeugt, dass der Eierstock je nach seiner Entwickelung eine ganz verschiedene und wechselnde Breite hat, während seine Länge vom hinteren Blindsack abgesehen konstant bleibt.[1]) Männliche Geschlechtsorgane sah ich nicht, hingegen sah ich ein Mal abgelöste Eier im Eileiter, und ich habe dieselben in fig. 6 abbilden lassen. Die Zeichnung ist leider ziemlich mangelhaft ausgefallen, da ich genöthigt war, das Präparat bis zur Ankunft des Zeichners mehrere Stunden lang mit Wasser zu befeuchten. Die Eier hatten alle schon das Keimbläschen und den Keimfleck verloren, welche sie im Eiersack deutlich zeigten, die Dotterfurchung war schon beendet und sie waren ganz mit einer feinen körnigen Masse erfüllt, die an einigen Stellen des Eies dunkler, an anderen heller erschien, die Körnchen wurden nun durch das eindringende Wasser immer heller, immer undeutlicher, so dass sie der Zeichner zuletzt blos an den dunkeln Stellen erkennen konnte. Sehr deutlich ist die Dotterhaut innerhalb des Chorion, die in zwei dieser Eier durch den Einfluss des Wassers wie auseinandergesprengt wurde.

Die hier abgebildete Stelle des Eileiters ist ungefähr aus dessen Mitte

1) Einen unentwickelten Eierstock findet man in unserer Fig. 7 bei 0 abgebildet.

entnommen, bei 90facher Vergrösserung. Vermuthlich erhält das Ei beim weiteren Vorschreiten ein dickeres Chorion oder eine Schleimhülle, die es gegen das Wasser schützt. Ich habe aber umsonst nach einem Organ zur Absonderung dieser Schleimhülle gesucht. Das salzreiche Meerwasser würde auch nicht so leicht wie unser gewöhnliches Wasser eindringen.

Verdauungsorgane.

Schiebt man das Ovarium zur Seite, wie dies in dem Präparate fig. 7 geschehen, so zeigen sich die Verdauungsorgane in ihrer natürlichen Lage von oben.

Bei *p* sieht man die durch Längsfalten in eine mittlere und zwei seitliche Abtheilungen zerfallende obere Wand des Pharynx. Auf ihn folgt in der Mittellinie der Oesophagus. An seinem Anfang trägt er zwei seitliche Säcke (*s*) und weiter nach hinten, vom Rande dieser Säcke halbmondförmig eingefasst, liegen ihm zu beiden Seiten zwei starke Muskelbündel (*l*), welche von der obern Schaalenhaut herabgehen und sich an dem Zungenknorpel befestigen, zu dessen Hebung sie dienen. Endlich kommen Theile des vielfach gefalteten Magens (*e*) zum Vorschein, theilweise überdeckt vom obern Lappen der Leber (*f*) und endlich sieht man die verschiedenen spiraligen Windungen des Darmes (*i*). Ich will nun die genannten Abtheilungen des Verdauungssystemes spezieller betrachten, insofern meine Beobachtungen an Chiton piceus von den bereits für andere Chitonen von früheren Forschern gefundenen Thatsachen abweichen.

A. Mundhöhle.

Die quere Mundspalte besitzt ausser einem starken Sphincter noch mehrere vom Sphincter nach aussen und unten gelegene Muskeln, welche dazu dienen, den Mund im Ganzen vorzuschieben. Schon *Middendorff* hat einen sphincter oris externus und internus unterschieden. Es ist mir bei der Präparation aufgefallen, dass die beiden Ebenen, in welchen die Fasern dieser beiden Muskeln verlaufen, gleichsam einen Winkel mit einander bilden. Wenn man das Thier von unten betrachtet, so sieht man, dass die Fasern des externus neben einander und parallel der Bauchfläche, die des internus aber über einander liegen. Uebrigens kann ich für die Muskulatur des Mundes alle Angaben *Middendorff's* auch für Chiton piceus bestätigen, nur den Muskel, welchen der genannte Forscher als suspensor cerebri bezeichnet (l. c. pag. 128) habe ich bei meiner Species nicht auffinden können.

Ich bemerke, dass ich selbst bei mikroskopischer Untersuchung der Mundspalte keine Spur von Kiefern am erwachsenen Thier auffinden konnte. Indessen ist die sogenannte Schleimhaut hier sehr hart und schwach der Länge nach gefurcht, aber sie löst sich bei Chiton piceus

Digitized by Google

nicht so leicht ab, wie dies nach *Middendorff* bei Cryptochiton der Fall ist. Den kleinen warzenartigen Vorsprung im Grunde der Mundhöhle, welchen *Middendorff* Zunge nennt, habe ich auch bei Chiton piceus gefunden, er schien mir hier nicht deutlich zweigespalten. Während der Ueberzug der Mundhöhle, wie erwähnt, rauh und hart ist und eher der Decke einer Schwiele als einer Schleimhaut gleicht, ist die Schleimhaut in der Gegend dieses Vorsprunges weich und biegsam.

An der Gränze der Mund- und Rachenhöhle sollen nach *Middendorff* die Ausführungsgänge der Speicheldrüsen münden. Alle früheren Autoren sprechen den Chitonen die Speicheldrüsen ab und auch ich habe sie trotz wiederholten Suchens bei Ch. piceus nicht finden können. Dennoch scheint es mir der Analogie nach wahrscheinlich, dass sie vorhanden sind und dass ich sie nur übersehen habe. An der Stelle, wo sie liegen sollen (bei *p* fig. 13), fand ich eine gelbliche bläschenartige Masse, die ich nicht wohl für eine Drüse halten kann. Sie ist an der erwähnten Stelle (auch fig. 8 und fig. 7 *pp*) durch einen dunkeln Schatten angedeutet.

B. Rachenhöhle und Zungenapparat.

Auf die Mundhöhle folgt nach oben und hinten die etwas erweiterte Rachenhöhle. Ihre obere Wand zeigt von oben und aussen gesehen stets mehrere Einschnürungen, welche Muskelansätzen entsprechen. In der Tiefe dieser Einschnürungen sind die Wände des Pharynx viel dicker und stärker. Die zwei seitlichen Ausbuchtungen (fig. 7, 8 und 13 *p p p*) sind in ihrem Centrum wie eingedrückt, konkav. An ihren Rand setzen sich Muskeln, welche zur untern Fläche der ersten Schaale gehen und die bereits von *Middendorff* beschrieben sind. Sie scheinen wir wenigstens den tensores und obliqui faucium dieses Forschers zu entsprechen, während ich die übrigen bei Cryptochiton beschriebenen Muskeln des Rachens gar nicht auffinden konnte. Zwei andere dicht aneinander genau neben der Mittellinie gelegene Muskeln gehen von der vordern Schaalenhaut gerade herüber in die kleine Einkerbung, welche am vordern Rande der mittleren Auftreibung des Schlundes zu sehen ist (bei o fig. 13). Diese Muskeln, sowie die Schlundauftreibungen scheinen bei Cryptochiton zu fehlen.

An der untern Wand des Pharynx öffnet sich der sogenannte Zungenapparat. Die Reibplatte (radula) ragt hier mit ihrem verbreiterten flachen Endtheile (orbis radulae Midd.) in den Verdauungskanal hinein, während die Wände des Pharynx sich hier in einen langen schmalen nach hinten gerichteten Sack, die Scheide der Reibplatte, ausbuchten. Nach hinten und unten vom Pharynx, neben und theilweise unter der Reibplattenscheide und dieser dicht anliegend, finden sich die beiden »Zungenknorpel«, welche in unseren Figuren 7, 8, 9 und 13 durch die von der zweiten Schaalenhaut zu ihnen sich begebenden und hier quer durch-

Digitized by Google

schnittenen Erhebungsmuskeln (*l*) verdeckt sind. In fig. 12 sieht man sie nach Wegnahme der Muskeln bei *x* frei hervortreten, sie sind aber hier nicht in ihrer natürlichen Lage, sondern ihre hinteren Enden (*x*) sind weit auseinandergezogen, so dass sie mehr quer stehen. Die zwischen ihnen liegende Reibplattenscheide ist bald nach ihrem Ursprung abgeschnitten, und, was noch von ihr vorhanden ist, so nach vorn und oben umgeschlagen, dass *r* (fig. 12) dem hinteren abgeschnittenen Ende der in der Scheide befindlichen Reibplatte entspricht. Man sieht hier die vielen Muskeln, denen die Zungenknorpel zum Ansatz dienen, und welche sich zum Theil (*ss*, *u*, *vv' vv'*) auf die Reibplattenscheide fortsetzen.

Middendorff hat die Entdeckung gemacht und ich kann sie für Chiton piceus und Ch. bruneus vollkommen bestätigen, dass die Körper, welche ich hier Zungenknorpel nenne, bei den Chitonen keine Knorpel, sondern vollkommen geschlossene mit einer Flüssigkeit angefüllte hohle Blasen mit knorpeligen Wandungen sind. Ich fand diese Blasen, im Gegensatz zu *Middendorff*, welcher bei Cryptochiton die Flüssigkeit in ihnen flottiren sah, immer so prall von der Flüssigkeit ausgedehnt, dass die Blasen ganz hart erschienen und es unmöglich war, ehe man sie anschnitt, etwas anderes als solide knorplige Körper in ihnen zu vermuthen. Ich mache diese Bemerkung deshalb, weil diese Blasen möglicherweise noch bei anderen Gasteropoden sich finden, wo ihr festes Aussehen verhindert haben mag, ihre wahre Natur zu erkennen.

Middendorff nennt diese Körper mit Rücksicht auf die vielen Muskeln, die von ihnen zur Reibplattenscheide ausgehen, die beiden »Bewegungsblasen« (folliculi motorii) und glaubt in ihnen und in den Beziehungen ihrer Bewegungen zu denen der Reibplatte ein ganz neues den Chitonen eigenthümliches anatomisches Element und ein neues Bewegungsprincip entdeckt zu haben. Mir scheinen diese Blasen aber nur eine Modifikation derselben Körper zu sein, welche schon von *Cuvier* gelegentlich als »cartilages« bezeichnet wurden, und deren Beziehungen zur Bewegung der sogenannten Zunge er durchaus nicht übersehen hat (Mem. sur le grand Buccin. pag. 9). Es ist freilich auffallend, dass *Cuvier's* hierauf bezügliche Angaben nicht mit in die zweite Ausgabe seiner vergleichenden Anatomie aufgenommen sind. *Troschel* hatte diese Körper (Arch. für Naturgeschichte 1836 I, pag. 259) als trogähnliche Organe und später (Wiegmann's Arch. 1845.I, pag. 207) als Zungenknorpel bezeichnet. Später nach dem Erscheinen von *Middendorff's* Monographie haben sie *Hancock* und *Embleton* bei Doris als Nuclei aufgeführt (Philos. Transact. 1852, II, pag. 207). *Huxley* (Philos. Transact. 1853, I, pag. 57) hat sie von Patella ebenfalls als Blasen beschrieben, die aber keine Flüssigkeit, sondern eine weiche Masse enthalten. Die Hülle dieser Körper ist bei Chiton piceus ein wahrer Faserknorpel, sie bildet eine dünne Membran aus festen in verschiedener Richtung verlaufenden Fasern, deren zahlreiche Maschen durch Zellen ausgefüllt sind, diese Zellen haben nur eine un-

deutliche äussere Begränzungswand und besitzen einen oder zwei Kerne mit deutlichem Kernkörper. Die Flüssigkeit ist, wie *Middendorff* mit Recht angibt, ganz klar und ohne körperliche Bestandtheile. Ihre Gestalt ist bei meinen Chitonen wie bei Cryptochiton birnförmig, aber das stumpfe Ende (fig. 12 x) ist abgeplattet, nach innen etwas eingebogen und ist nicht, wie es *Middendorff* fand, nach vorn, sondern nach hinten gerichtet. Die innere Fläche fand ich flachgedrückt, so dass sie mit einer abgerundeten Kante oben und unten in die äussere Fläche übergeht.

Middendorff hat ausführlich die Muskeln beschrieben, welche bei Cryptochiton von diesen Zungenknorpeln ausgehen, und den Muskeln sogar deutsche und lateinische Namen gegeben. Ich überlasse dem Leser eine Vergleichung der von ihm beschriebenen Muskeln mit den von mir bei Chiton piceus aufgefundenen, welche in fig. 12 dargestellt sind.

Ein starker aus vielen parallelen Fasern bestehender Muskel (y), der auf der linken Seite entfernt ist, läuft auf der innern Fläche des Knorpels hin. Vom hinteren Ende breit entspringend, verschmälert er sich in seinem Verlaufe und setzt sich an das vordere spitze Ende. Er spannt die Blase und er muss, da die hinteren Enden der Blase weiter auseinander stehen als die vorderen, die sich gegenseitig fast berühren, die innere umgebogene Kante des hinteren Endes noch mehr nach innen krümmen. Diese Wirkung wird besonders hervortreten müssen, wenn die beiden übereinanderliegenden Muskeln, die bei p quer von einem Vorderende zum andern gehen, in Thätigkeit sind, so dass die aneinanderstossenden Vorderenden sich gegenseitig fixiren.

Auch die äussere Seite des Zungenknorpels ist von einer dicken Muskellage umgeben, welche von dem hinteren Ende nach dem vorderen geht, so dass der ganze Knorpel in Muskeln eingehüllt ist und nur die breite Endfläche (bei x) frei bleibt. Von der obern Parthie dieses äusseren einhüllenden Muskels sah ich einzelne Bündel sich ablösen, um schräg aufwärts und nach vorn zu steigen, sie treten durch die Buchtung des Oesophagealsackes, wo sie sich schräg mit den Bündeln des Hebemuskels (l) kreuzen, und sie gehen dann nach vorn über der Wurzel des genannten Sackes weg, ihre Bündel vereinigen sich in mehrere Sehnen, die sich an den Pharynx in der Furche zwischen der mittleren und der seitlichen Ausbuchtung aussen ansetzen. Diese Muskeln sind in fig. 8 bei p auf der rechten Seite angedeutet. Auf der linken sind sie weggenommen. Sie reissen sehr leicht bei der Präparation in ihrem Verlaufe ab und ihr eigenthümliches histologisches Verhalten, welches sie mit den äusseren einhüllenden Muskeln theilen, konnte dann, wie ich später zeigen werde, zu einem besonderen Irrthum Veranlassung geben.

An den oberen Rand der hinteren Fläche der Zungenknorpel setzen sich die Hebemuskeln an. Sie kommen von der zweiten Schaalenhaut, treten neben dem Oesophagus (fig. 7, 8, 9 ll) nach unten und man sieht noch einen Theil ihrer durchschnittenen Fasern in fig. 12 bei n an den

Zungenknorpeln hängen. Ihnen entgegen wirkt ein Muskelpaar *m*, *m*, das vom untern hintern Rand nach der Gehirnhülle *a a a* verläuft. Diese Gehirn- oder Schlundknotenhülle ist, wie ich hier gelegentlich bemerke, auf unserer Figur nicht genau gezeichnet, sie ist nicht gleich breit, wie sie hier gegeben wurde, sondern ist breit in der Mitte und verschmälert sich bedeutend, wo sich die innern Bündel des Muskels *m* ansetzen.

Ein anderer Muskel *bb* geht von einer tiefen Furche der inneren Bauchmuskulatur herauf nach der unteren Seite der inneren Kante der hinteren Fläche der Zungenknorpel, während die Muskeln *z z*, die von dem hinteren Theil der äusseren Begränzung des zweiten Körpersegmentes kommen und sich aussen an die hintere Fläche der Zungenknorpel ansetzen, dieselben nach aussen ziehen.

Eine andere Gruppe von Muskeln geht von den Zungenknorpeln auf die Scheide der Reibplatte über, sie werden hier sehr bald sehnig und bekleiden und begleiten diese Scheide sich mehr oder weniger in ihr verlierend bis an ihr hinteres Ende. Sie dienen also zur Verkürzung dieser Scheide und zur Vorstreckung der Reibplatte. Von der innern Kante der Hinterfläche der Knorpel geht der breite Muskel *u* in etwas geschwungenem Verlaufe an den Seiten der Reibplattenscheide herunter. Bei *v'* entspringt jederseits ein dünner Muskel innen an dem vorderen Ende der Knorpel, er verläuft nach hinten und innen und kreuzt sich mit seinem Nachbar vor der untern Fläche der Reibplattenscheide, um bei *v v* an den Seiten der Scheide herabzulaufen. Hier, wo er den Muskel *u* trifft, sieht man auf der rechten Seite, wie die Bündel sowohl von *u* als von *v* mehrfach auseinanderweichen, um sich zu durchkreuzen. Die Fortsetzung dieser Bündel nach hinten sieht man dann in *u'* von der weggeschnittenen Scheide theilweise abgelöst. Von der untern Kante des vorderen Endes der Knorpel treten die Muskeln *ss* neben der Mittellinie an die untere Fläche der Scheide. Zwischen ihren Bäuchen sieht man in der Scheide die Reibplatte durchschimmern.

Zwei andere Muskeln entspringen bei *o*, *o* mit doppelten bald zusammentretenden Wurzeln von der Schlundganglionhülle dicht neben der Mittellinie, diese Muskeln, welche bei *tt* abgeschnitten oder vielmehr abgerissen sind, sieht man auf unserer Figur mit der Reibplatte, neben der sie dicht anliegend verlaufen, herumgekehrt und aus ihrer Lage gebracht. Sie gehen gerade nach hinten, um mit der Reibplattenscheide in der zweiten Hälfte ihrer Länge zu verschmelzen.

Welches ist nun die Bestimmung der Zungenknorpel und in welcher Beziehung stehen sie zur Bewegung der Radula. Die meisten Autoren hielten nach *Cuvier* die Zungenknorpel für die wichtigsten Bewegungsorgane der Zunge, indem die ihnen aufliegende Radula ihren Bewegungen nur passiv folge.

»Ein ganz neues physiologisches Bewegungsprinzip«, sagt *Middendorff*, »tritt uns in Gestalt der Bewegungsblasen und ihrer Muskeln ent-

gegen. Sie haben, wie es scheint, zur Bestimmung, die Reibplatte, wenn sie durch die Muskeln gegen das Futter hervorgezogen wird, so auseinander zu biegen, dass die Hakenzähne mit ihren klauenförmigen Enden nach aussen schauen und die Rinne zwischen ihnen sich entfaltet. Sie bilden die elastisch anschwellende Polsterunterlage für den thätigen Theil der Reibplatte.«

Huxley hingegen spricht den Bewegungen der Zungenknorpel allen Einfluss ab (On the morphology of cephalous Mollusca pag. 57) und vergleicht sie mit einer glatten Rolle, über welche die Kettensäge der Radula sich nur um so leichter vermittelst der Muskeln ihrer Scheide bewegen könne.

Die Radula liegt ziemlich lose und ohne Anheftung in ihrer Scheide, kann also nur durch die Zusammenziehungen oder Verschiebungen dieser letzteren bewegt werden. Die meisten Muskeln, deren Contractionen die Scheide verkürzen und die Radula nach vorn schieben, gehen von den Zungenknorpeln aus. Diese Zungenknorpel selbst sind aber frei bewegliche, nur durch die sich anheftenden Muskeln zu fixirende Körper. Werden sie nach vorn oder nach hinten gezogen, so werden sie jedes Mal die Radula, deren Scheide durch Muskeln an sie befestigt ist, mitbewegen müssen, und dass die Knorpel selbstständig bewegt werden können, zeigt schon die einfache Betrachtung ihrer Muskeln. Andererseits müssen in der Regel, wenn sich die Muskeln der Scheide verkürzen, auch die an ihrem obern Ende angehefteten Knorpel bewegt werden. Die Bewegung der Knorpel wird aber, ganz abgesehen von ihrer etwaigen Fixirung durch besondere Muskeln, im letzten Falle um so geringer sein, je grösser die Verschiebbarkeit der Scheide gegen die der Knorpel ausfällt. Wo hingegen die Scheide, deren Lage bekanntlich eine sehr mannichfaltige ist, schwerer verschoben werden kann, müssen sich die Knorpel etwas deutlicher bewegen. Diese Verhältnisse könnten die Widersprüche unter den Beobachtern erklären, es ist aber nicht ausser Acht zu lassen, dass es Muskeln gibt, welche die Scheide auch ganz unabhängig von den Knorpeln bewegen.

Aber dies Alles berührt den Kern der Frage nicht, denn wenn auch die Knorpel nach dem bisher Erörterten bei den Bewegungen der Scheide eine wichtige Rolle übernehmen, so erscheint diese doch wie eine rein zufällige; die Knorpel unterstützen die Bewegungen, weil die Muskeln an ihnen angeheftet sind, aber ganz dieselben Bewegungen wären möglich und eben so leicht ausführbar gewesen, wenn sich die Muskeln direkt an die allgemeinen Decken des Thieres geheftet hätten und die Knorpel gar nicht vorhanden wären. Die Frage ist, hat die Anwesenheit dieser eigenthümlichen Knorpel einen besonderen und nur durch sie erreichbaren Einfluss auf die Bewegungen der Reibplatte.

Eigentlich hat sich *Middendorff* schon diese Frage zu beantworten versucht, aber, wie mir scheint, ohne glücklichen Erfolg. Die Knorpel

Digitized by Google

sollen, wenn ich ihn recht verstehe, während der Thätigkeit der Reibplatte, also während des Fressens von unten nach oben drücken und auf diese Weise die Reibplatte, die in der Scheide rinnenförmig zusammengebogen liegt, zu einer geraden Fläche umgestalten. Hiergegen ist einzuwenden, dass nicht der im Innern der Scheide liegende bei den Chitonen rinnenförmige Theil der Reibplatte, sondern nur ihr vorderer dem orbis radulae aufliegende Theil, der in den Pharynx hineinragt, beim Fressen benutzt wird. Dies lehren die Beobachtungen der Malakologen und dies wird von den bald zu berührenden Abreibungsverhältnissen der Radula bestätigt. Der hintere rinnenförmige Theil dient nur als nachwachsender Ersatz für den vorderen. Dieser letztere aber ist an sich schon abgeplattet und flach, er bedarf daher keines abplattenden Druckes. Ferner spricht gegen *Middendorff's* Ansicht, dass, wenn die Knorpel gleich Polstern mit solcher Gewalt von unten nach oben drückten, dass sie die Radula während ihrer Thätigkeit abplatten könnten, dieser Druck auch den darüber liegenden Pharynx und Oesophagus treffen würde, da man sich nur denken kann, dass die Radula wider die Rückenschaalen gedrückt würde. Das gleichzeitig mit der Thätigkeit der Radula geschehende Verschlingen der abgerissenen Nahrung würde aber durch einen solchen Druck ungemein erschwert werden.

Die Hypothese, welche ich im Folgenden der Prüfung der Forscher über den Nutzen der Zungenknorpel vorzulegen wage, könnte möglicherweise schon daran scheitern, dass ich zu einseitig und ausschliesslich die Verhältnisse dieser Theile bei den Chitonen ins Auge gefasst habe. Wenn dies aber für jetzt nicht anders möglich war, da wir nur bei den Chitonen die genaueren Einrichtungen der Zungenmuskulatur kennen, so wird meine Hypothese nicht ganz verdienstlos bleiben, wenn sie einen oder den andern Anatomen veranlassen sollte, zu ihrer Widerlegung auch die Zungenmuskeln eines Thieres aus einer anderen Gasteropodenfamilie genauer zu studiren.

Die Reibplatte liegt so lose und so wenig befestigt in ihrer Scheide, dass sie selbst beim lebenden Thier fast ohne allen Widerstand vollständig herauszuziehen ist. Wir kennen keinen Muskelapparat, der sie in ihre Scheide zurückzieht oder darin festhält. Nun wirkt dieses Organ mit seinen rückwärts gebogenen Zähnen während des Fressens als Feile, um die ziemlich feste Nahrung abzuraspeln. Was verhindert nun, dass diese Feile nicht während ihrer Thätigkeit und während des Zurückziehens der Mundmasse nicht mit ihren nach hinten gebogenen Zähnen an der Nahrung hängen bleibt und so ganz aus dem Thier herausgezogen wird? Die Kraft, welche die Schnecken anwenden, um Pflanzen zu zerreissen, ist mehr als hinreichend die Reibplatte zu lockern, wenn wir bedenken, welche gute Handhabe der Zug nach aussen an den in die Futtermasse eingeschlagenen Widerhaken dieser Platte haben würde. Der geschlossene Mund kann die Feile nicht halten, denn während des

Digitized by Google

Abreissens wird er oft geöffnet. Jeder ringförmige muskulöse Halter, der um den ganzen Pharynx herumgeht, würde bei seiner Thätigkeit das Verschlucken hindern, indem er den Pharynx verengte. Jeder Halter, der weiter unten an der Scheide angebracht wäre, wo sie sich schon vom Pharynx abgelöst hat, hätte einen doppelten Nachtheil. Einerseits würde er die Muskeln der Scheide in ihrer Thätigkeit sehr behindern, andererseits stände er viel zu weit nach hinten, um der so zerbrechlichen vorderen Parthie der Reibplatte, die in der That häufig genug im lebenden Thier abbricht, einen wirksamen Schutz gegen die beim Abraspeln nach aussen wirkenden Druck- und Zugkräfte zu gewähren.

Die Natur hat hier das einfachste auch in der Mechanik häufig angewendete Auskunftsmittel gewählt, indem sie die Reibplatte in der Nähe ihres vorderen zerbrechlichen Endes durch zwei von der Seite wirkende Platten befestigte, die weder von oben noch von unten einen unzweckmässigen Druck ausüben und das Schlingen auf diese Weise nicht behindern. Es scheint mir, dass, wenn die Radula durch Verkürzung ihrer Scheide vorgestreckt ist, sich der hintere breitere Theil der Zungenknorpel durch die Wirkung des Muskels *l* fig. 8, 9 erhebt, so dass die innere abgeflachte Fläche des Knorpels an den Seiten der Reibplatte steht. Wenn sich nun der äussere umhüllende Muskel des Knorpels zusammenzieht, wird durch den auf die Flüssigkeit ausgeübten Druck die innere Wand der Blase vorgetrieben und sie drückt so mit wechselnder Kraft von der Seite her auf die Radula und hält dieselbe beim Abreissen der Nahrung fest. Was bei Chiton durch die blasige Natur des Knorpels so sehr vereinfacht ist, mag bei andern Schnecken durch schräg nach oben und innen gehende Muskeln erreicht werden. Die Zungenknorpel des Chiton sind also nach meiner Ansicht weniger »Bewegungsblasen«, wie sie *Middendorff* genannt hat, als Fixirungsblasen.

Wenn man eine junge noch durchsichtige Helix nemoralis in einem Reagenzgläschen zum Fressen bringt, so kann man beobachten, dass während der Thätigkeit der Reibplatte sich die Zungenknorpel um ihre Queraxe wirklich drehen, so dass der in der Ruhe nach hinten liegende Theil sich nach oben und etwas nach vorn wendet, ehe die Radula zurückgezogen wird, und sie dann während des Zurückziehens wieder nach hinten begleitet. Diese Beobachtung scheint sehr für meine Hypothese und für ihre allgemeinere Gültigkeit zu sprechen.

Der die Zungenknorpel von aussen einhüllende Spannmuskel und das von ihm nach *p* fig. 8 aufsteigende Bündel sind in histologischer Beziehung höchst merkwürdig. Sieht man diese Muskeln mit blossem Auge an, so fällt bei aufmerksamer Betrachtung schon ein gewisses körniges rosenkranzförmiges Aussehen ihrer einzelnen Bündel auf, bringt man aber ein solches Bündel unter das Mikroskop, so fällt zweierlei an demselben auf. Während nämlich die Primitivmuskelröhren in Beziehung auf Gestalt, Farbe und den in kleine Partikel abgeschnürten Inhalt ganz den

Digitized by Google

übrigen Muskeln gleichen, sind sie bei diesen Muskeln breiter, die Muskeln der Zungenscheide haben schon im Allgemeinen breite Primitivbündel im Mittel von etwa 0,35 mm. Die der genannten Muskelbündel sind aber von 0,35 bis 0,4 mm breit und bestehen aus Fäden von 0,0015 bis 0,004 mm. Die Bündelchen der Primitivröhren zeigen sich an ihren Rändern aber ausserdem von grossen, 0,05—0,08 mm haltenden, etwas plattgedrückten Zellen mit fast central stehenden Kernen besetzt. Diese Zellen stehen bald näher zusammen, bald weiter auseinander gerückt an beiden Rändern, ohne sich gerade regelmässig gegenüberzustehen, oder wechselständig vertheilt zu sein. Eine besondere Zellhülle liess sich an ihnen nicht erkennen, aber ihre Substanz gleicht in jeder Beziehung so sehr dem Inhalte der Muskelfasern, dass ich sie anfangs für Muskelmasse hielt, die durch Risse der Röhrenhülle an den Seiten bruchartig ausgetreten wäre. Drückt man aber mit dem Deckgläschen, so lösen sich die Zellen ab und schwimmen frei umher. Ich kann sie nur für muskelartige Gebilde halten und glaube sie jenen Zellen parallelisiren zu dürfen, die man unter dem Endokardium der Widerkäuer gefunden, und welche *Kölliker* und *Hessling* ebenfalls für muskulös erklären und an denen *Kölliker* sogar Kontraktionserscheinungen gesehen zu haben glaubt. Vielleicht sind es Ersatzzellen, aus denen sich in Muskeln wie die vorliegenden, denen eine besonders energische Thätigkeit zukommt, später neue Muskelfasern für alte zu Grunde gehende ausbilden. Aehnliche Zellen neben den Muskeln habe ich im Herzen von Chiton bruneus gefunden und die Abbildung, welche *Leydig* (Sieb. & Kölliker Zeitschr. II, tb. XII, fig. 2 *e*) aus dem Herzen von Paludina gibt, scheint in der That die Fortentwickelung solcher Zellen zu Muskelröhren darzustellen. Diesen Zellen käme also für manche Muskeln dieselbe Funktion zu, welche ich schon früher vermuthungsweise für die apolaren Kugeln der Ganglien in Anspruch nahm, die als Ersatzquellen für verbrauchte Nervenröhren fungiren würden. Das körnige Aussehen dieser breiten Muskelbündel könnte bei dem gewundenen Verlaufe des nach *p* fig. 8 gehenden Faszikels, der dasselbe bei der Präparation so leicht dem Zerreissen aussetzt, und bei der Anheftung dieses Muskels an der Stelle, wo bei Cryptochiton nach *Middendorff* die Speicheldrüsen in den Pharynx münden, leicht zu einer Verwechselung des zerrissenen Muskels mit Speicheldrüsen Veranlassung geben, um so mehr, als diese doldig zu Sehnen sich verbindenden Bündel von der Seite gesehen durch ihre Zellen bei schwacher Vergrösserung der *Middendorff*'schen Abbildung der Speicheldrüsen täuschend ähnlich sind. So könnte man leicht glauben, die von *Middendorff* für viele Chitonarten entdeckten Speicheldrüsen bei allen Arten aufgefunden zu haben, während ich sie bei piceus und bruneus ganz umsonst suchte.

Ausser den von mir beschriebenen gehen zur Scheide der Reibplatte noch einige andere Muskeln von der äusseren Seite des Pharynx, die *Middendorff* für Cryptochiton genau beschrieben, die ich zwar auch auf-

Digitized by Google

gefunden, aber nicht spezieller verfolgt habe, da sie mir kein weiteres Interesse darzubieten schienen.

Indem ich nun zur Betrachtung der Reibplatte selbst übergehe, ist es durchaus nicht meine Absicht, alle die kleinen Häkchen und Zähnchen, welche sie oberflächlich und versteckt darbietet, minutiös zu beschreiben oder gar zu benennen. Es wäre dies ohne alles physiologische Interesse und die mit skrupulöser Genauigkeit ausgeführten Abbildungen, die ich in fig. 10 und 11 von diesem Organe gegeben habe, sagen mehr als alle Beschreibungen. Ich schreite daher nur zur Erläuterung der wichtigsten Theile der beiden Figuren. Figur 10 zeigt uns die gewöhnliche Ansicht von oben, wobei die vordere schräg nach oben gewendete Fläche der Glieder zur Anschauung kommt. Die Reibplatte ist dabei in ihrer normalen Lage schwach nach unten gewölbt. Fig. 11 zeigt uns ein einzelnes Glied von hinten nach vorn gesehen, wie es durch zwei etwas winklig geführte Schnitte unter dem einfachen Mikroskope von der übrigen Reibplatte abpräparirt wurde, was nicht ohne Schwierigkeit war und erst nach mehreren misslungenen Versuchen gelang. Um die einzelnen Theile mehr hervortreten zu lassen, wurde das Glied gerade gebogen, so dass es seine normale Wölbung verlor. Es war dies um so leichter, als die ganze Radula vorher zur Erleichterung des Schnittes in warmem Wasserdampf macerirt worden war. Das Glied wurde beim Zeichnen mit Wachs in seiner Lage erhalten. Eine Vergleichung beider Figuren zeigt schon, wie wenig die gewöhnlichen schematischen Zeichnungen, in denen man aus einer Ansicht von oben nach den hervorstehenden Höckern die Form des Querschnittes eines Gliedes konstruirt, auf vollkommene Genauigkeit Anspruch machen können. Fig. 10 gibt keine Ahnung von einer Menge von Einzelnheiten von kleinen Zähnen und Platten, die in fig. 11 an der Wurzel der grösseren Haken auftreten.

Die Radula besteht aus einer farblosen Chitinmembran und den Zähnen, in die sie sich kontinuirlich fortsetzt. Die Mittelreihe der nach hinten gerichteten Zähne (*a*) trägt nicht nur oben einen dreieckigen glänzenden Höcker, sondern wie fig. 11 zeigt einen ähnlichen mehr runden in der Mitte ihrer fast gerade nach unten abfallenden Hinterseite. Die Seitenhaken der ersten Reihe (*b*) haben etwa die Form eines schief gestellten mit der Wölbung der Mitte zugewendeten halben Hohlcylinders, dessen oberer ziemlich verdickter Rand schräg von hinten und oben nach vorn und unten abgestutzt ist, man sieht daher in fig. 11 die vordere etwas ausser dem focus liegende Krümmung (*b'*) viel niedriger als die hintere. Der hintere Längsrand ist, wie in fig. 10 deutlich zu sehen, nach oben etwas ausgebuchtet. Der zweite Seitenhaken (*c*) besteht aus drei aufeinandergesetzten vieleckigen Stücken, von denen in fig. 10 von oben und vorn nur das etwas nach hinten umgekrümmte Endstück mit seinem vorderen hellgelben Knopf ersichtlich ist. Ein kleiner Zwischenhaken zwischen *b* und *c* fig. 11 ist in fig. 10 gar nicht oder höchstens nur als

Digitized by Google

schwacher Schatten neben *c* sichtbar. Der dritte Seitenhaken (*d*) ist ein gekrümmter am Rande etwas geschlitzter Becher auf dünnem Stiel. In seiner nach vorn gerichteten Höhlung trägt er einen sehr harten prächtig glänzenden schwarzbraunen linsenförmigen Körper, der diese Höhlung nach allen Seiten etwas überragt. An seiner Basis trägt er zwei hornige Seitenanhänge. Der 4. Seitenhaken (*e*) steht bei gewölbter Radula sehr nahe bei *d* und etwas hinter letzterem zurück. Es ist eine Art Löffel, der sich auf einer dreieckigen Basis erhebt, die nach hinten einen pflugscharförmigen Anhang hat. Jeder Löffel trägt nach vorn eine halbmondförmige verdeckte Platte, die sich der hinteren Fläche des Bechers von *d* unmittelbar anlegt, wie fig. 10 zeigt. In fig. 11 ist *e* durch die Niederdrückung der gewölbten Ränder aus seiner natürlichen Lage entfernt. Weiter nach aussen erscheinen nun durch farblose Zwischenfelder getrennt zwei gelbliche Plattenreihen, die in fig. 10 nicht kolorirt sind und die von oben herab ganz flach erscheinen. In fig. 11 sieht man, dass die innere derselben einen sattelförmigen Kamm trägt.

Die verschiedenen Farbennüancen, welche ich in meinen Figuren wiederzugeben versucht habe, und die verschiedenen Spitzen und Auswüchse machen die Radula von Chiton piceus zu einer der schönsten »Schneckenzungen« und zu einem der elegantesten mikroskopischen Objekte, die mir bekannt geworden sind. Wie verschieden sie von der Radula von Cryptochiton ist, erhellt aus einer Vergleichung meiner Darstellung mit der von *Middendorff*.

Interessant ist, dass an den 6 bis 7 vordersten Gliedern, also ungefähr so weit sie dem orbis radulae aufliegen, der zweite sonst stets vorhandene Seitenhaken (*c*) beständig fehlte. Da die Glieder von hinten nach vorn rücken, so kann dies nur Folge der Abreibung durch den Gebrauch sein. In der That lehrt die Betrachtung von *c*, dass er am zerbrechlichsten von allen Haken gebaut ist.

Die ausgestreckte Reibplatte reicht vom Munde an bis in das hintere Dritttheil des Thieres. An welchem Orte liegt aber diese lange Radula mit ihrer Scheide. *Middendorff* gibt an (l. c. pag. 207 Erklärung zu tb. V, fig. 9), dass sie auf dem Magen und dem vorderen Leberlappen bei Cryptochiton liegt. Meine Untersuchungen führten mich aber für Chiton piceus und bruneus zu einem merkwürdigen Resultate. Bei Eröffnung der Bauchhöhle von oben sah ich nichts von einer Reibplattenscheide über dem Magen und der Leber, diese Organe waren aber zum Theil vom Darm bedeckt (fig. 7). Als ich nun den Darm ab und die Leber frei präparirt hatte, sah ich nur den Anfang der Reibplatte durch ihre Scheide hindurchscheinend neben dem zur Seite geschobenen Oesophagus (fig. 8 bei *r*), der Rest schien sich unter der Leber zu verstecken. Als ich die Leber emporhob, war nichts da, und als ich endlich die Leber der Länge nach aufschnitt (fig. 9 *r*) fand ich die Radula in einem Kanal, der für sie mitten durch die Achse der Lebersubstanz ausgehöhlt war.

C. **Oesophagus.**

Unter diesem Namen bezeichne ich den auf den Pharynx folgenden engen Darmtheil, der oben durch eine schwache Querfurche von jenem abgetrennt ist, so weit er zwischen den beiden seitlichen Blindsäcken (*s* fig. 7, *ss'* fig. 13) und den herabsteigenden Hebemuskeln des Zungenknorpels (*l* fig. 7, 8) verläuft. Es ist ein Kanal mit schwach längsgefurchter Innenhaut, an dessen Anfang die zwei von *Middendorff* bereits bei Cryptochiton entdeckten Blindsäcke entspringen. Bei Chiton piceus und bruneus haben diese Säcke nicht wie bei Cryptochiton eine besonders auffallende Farbe, sondern sind gelblichgrau wie der Magen, von dem sie sich äusserlich schon durch den Mangel der durchscheinenden Schleimhautfaltung unterscheiden, wie dies in fig. 13 ausgedrückt ist. Ihre äussere Form weicht von der bei Cryptochiton ab, indem sie bei unsern Chitonen keine kurzen Säcke mit doppelter Ausweitung, sondern nierenförmige Anhänge des Oesophagus darstellen, die oben mit breiter nach aussen gerichteter Basis entspringen, sich dann etwas verengern und nach hinten umbiegen (bei *s* fig. 13) und endlich weiter werdend und wieder nach innen sich wendend in einem abgerundeten Blindsack (*s'*) enden. Zwischen ihrer Ausbuchtung und dem Oesophagus liegt nur der mehrerwähnte Muskel *l*.

Middendorff gibt an, dass diese Säcke in ihrer Struktur dem Eierstocke am nächsten verwandt seien. Allerdings ist ihre Schleimhaut mit dichtstehenden sehr langen, schon dem blossen Auge sichtbaren Zotten besetzt, die hie und da von eingestreuten Pigmentzellen dunkel gefärbt sind. Betrachtet man aber diese Zottenhaut unter mässiger Vergrösserung, so fällt zuerst auf, dass manche Zotten mit gemeinschaftlicher Basis entspringen, oder sich im Verlauf durch Theilung vervielfältigen, was beim Ovarium nie der Fall ist, wo jede Zotte isolirt verläuft. Geht man aber in die tiefere Struktur ein, so ergibt sich ein fundamentaler Unterschied. Die Zotten der Schlundsäcke sind blose Anhänge der Schleimhaut, die Zotten des Eierstocks sind die hervorragenden Enden der innern Röhrenknäuel, die seine ganze Substanz zusammensetzen. Die Schlundsäcke sind sicher, wie auch *Middendorff* vermuthet, Sekretionsorgane. Nahrungsreste habe auch ich nie in ihnen gefunden. Sie sind vielleicht analog den Schlundsäcken bei Doris tuberculata.

D. **Magen.**

Nicht nur *Poli* und *Cuvier*, wie *Middendorff* angibt, sondern auch *Meckel* hat nach eigenen Untersuchungen bei den Chitonen einen einfachen Magen gefunden. *Meckel* sagt (vergl. Anat. IV, pag. 176) der Magen sei klein, rundlich und häutig, ohne innere Vorsprünge. Dagegen haben *Blainville* und *Middendorff* bei den von ihnen untersuchten Thieren einen sehr zusammengesetzten Magenbau beschrieben, und der letztgenannte Forscher möchte einen solchen für alle Chitonen annehmen. Da wir aber

Digitized by Google

wissen, dass bei den Mollusken verwandte Arten oft einen sehr verschiedenen Magenbau haben (ich erinnere z. B. an die Arten von Tritonia), so möchte ich durch die Ergebnisse von *Blainville* und *Middendorff* die Resultate früherer Untersuchungen an andern Arten nicht gerade für umgestossen ansehen, und dies um so weniger, als Chiton piceus, weit entfernt einen solchen komplizirten Bau und einen so grossen Magen wie Cryptochiton zu zeigen, hier eine Mittelstufe einzunehmen scheint. Kein Theil der vorliegenden Arbeit war übrigens mit so vielen Schwierigkeiten verknüpft und erforderte so viele Sorgfalt, wie die anscheinend so leichte Untersuchung des Magens, der nach unten vielfach in die Leberlappen und den Darm eingehüllt ist, die nur (fig. 7 *e e e e*) einzelne Faltenzüge von ihm frei zu Tage treten lassen, die anfangs als eben so viele Taschen erschienen, und dessen dünne zerreisslichen Wände nach oben durch feste kurze Fasern mit der untern äusseren Fläche der Schlundsäcke verwachsen sind. Eine öfters misslungene Präparation liess endlich die Gestalt des Magens so erkennen, wie sie fig. 13 (*ee″*, *e*, *e′*) in natürlicher Grösse dargestellt ist. An der Stelle, wo der Oesophagus sich zum Magen erweitert, findet sich zuerst eine einseitige nach links (von oben gesehen) gerichtete nahezu 4eckige kropfartige Ausbuchtung von beträchtlicher Grösse (*e″*), in der die Schleimhaut auch äusserlich durchscheinende parallele blätterige Längsfalten zeigt. Es ist dies das einzige Analogon von *Middendorff's* Psalterium. Dann kommt der eigentliche Magen (*e*) mit unregelmässig gefalteter Schleimhaut. Er hat fast die Form einer Reisetasche und auf der rechten Seite erhebt er sich zu einer grossen gegen den Schlundsack hin verlaufenden blinden Ausstülpung (*e′*), deren Wände mit denen des Schlundsacks ziemlich eng verwachsen sind. Durch die Lücke zwischen dem Sack *e′* und dem Anfangstheil des Magens tritt der obere Leberlappen *f* auf die Rückseite des Magens. Von dieser Lücke gerade nach unten (bei *h*) ist mir beim Abpräpariren der Leber ein Stück Magenwand mit abgerissen und in diesem Stück scheinen sich mir die Einmündungskanäle der Lebergänge zu finden.

E. **Darm.**

Der Darm ist bei Chiton piceus und bruneus bei weitem länger als er bisher bei den Chitonen gefunden wurde, auch sind seine in die Oberfläche der Leber eingesenkten und nach oben unbedeckten spiraligen Windungen viel zahlreicher als bei Cryptochiton, wie man sich aus der Vergleichung unserer Figur mit der von *Middendorff* tab. VI, fig. 1 gegebenen Abbildung überzeugen kann. *Middendorff* sagt (l. c. pag. 119): »Die Längenverhältnisse anbelangend, so bestätigt sich auch am Chiton Stelleri die Regel, dass bei den Chitonen der Darm die Gesammtlänge des Thieres etwa um das 4fache übertrifft. Hiervon fallen etwa ⅓ auf die verschiedenen Magenerweiterungen, dann noch etwa 1½ Körperlängen auf den darmartigen röhrigen Theil des Pförtnermagens und der Rest

von etwa $1^2/_3$ Körperlängen auf den Zwölffinger-, Dünn-, Dick- und Mastdarm.«

Ganz anders zeigt es sich bei den zwei Thieren aus der von mir untersuchten Chitonengruppe. Den Magen habe ich in natürlicher Grösse abgebildet, ein besonderer röhriger Pförtnermagen ist nicht zu unterscheiden, ebensowenig ein »dickwandiger, kurzer, sehr enger, hufeisenförmig gekrümmter, sich plötzlich zum Dünndarm erweiternder Zwölffingerdarm.« Den Unterschied zwischen Dünndarm und Dickdarm gründet *Middendorff* selbst nur auf das Erscheinen fester Exkrementenballen in dem letzteren. »Uebrigens«, sagt er, »lassen sich Mastdarm, dünne und dicke Därme unter einander auf keine Weise unterscheiden.«

Der Darm beginnt bei Chiton piceus an der linken Seite des Magens (fig. 13 *i*) und schlägt sich um die grosse Curvatur des Magens schief nach oben und hinten, um die linke Seite der grossen Curvatur zu erreichen, so dass die erste Windung von oben her noch durch einen Lappen der Leber verdeckt wird und nicht ohne besondere Präparation sichtbar ist. Auf der linken Seite des Magens angekommen, tritt der Darm aus der Furche zwischen Magen und Leber heraus auf die Rückseite der Leber, wo er den Vertiefungen zwischen den Läppchen der letzteren folgend, eine Reihe von Windungen macht (fig. 7 *i*) die uhrfederartig in einander geschoben sind. Erst von der letzten dieser auf der Rückseite der Leber befindlichen Windungen aus begibt sich das Darmrohr auf die Bauchseite, wird hier um sehr weniges weiter und nachdem es hier noch einige wenig zahlreiche Umgänge gemacht, geht es in einen geraden zum After führenden Schlauch über. Nur der auf der Bauchseite der Leber liegende Theil des Darmes führt feste Inhaltsmassen, die sich zu einzelnen kleinen eiförmigen Parthieen zusammenballen. Bei einem Exemplar von Chiton piceus von 55 Millim. Länge war der Darm vom Magen bis zum After 325 Millim. lang. Bei Chiton bruneus ist er, wie mir scheint, etwas weniger lang, ich habe ihn aber nicht gemessen, da ich das einzige mir zu Gebote stehende Exemplar des Thieres schonen wollte. Wir haben also hier den Darm fast 6 Mal so lang als den Körper, während er bei Cryptochiton nur $1^2/_3$ Körperlängen hat.

F. **Leber.**

Löst man den Darm vollständig ab, so erscheint die Leber in ihrer ganzen Ausdehnung, mit den spiraligen Furchen, welche ihre einzelnen Zottenlappen trennen (fig. 8 *f*). Die Leber besteht aus zwei Hauptabtheilungen, nur die grössere derselben ist vom Darm umhüllt und in fig. 8 abgebildet. Eine kleine vordere Anhangsparthie geht durch die Spalte zwischen dem Blindsack des Magens und der rechten Seite des Oesophagus und erscheint in fig. 13 bei *f*.

Den Bau der einzelnen Leberläppchen fand ich so wie er bereits von *Cuvier*, *Meckel* und *Middendorff* für die Chitonen im Gegensatz zu den

Digitized by Google

übrigen Mollusken angegeben ist und besonders treffend scheint mir die von *Meckel* angestellte Vergleichung mit der Crustazeenleber. Indessen bezieht sich diese Aehnlichkeit bei unserm Chiton nur auf die einzelnen Läppchen, nicht aber auf deren Aneinanderfügung und die Vereinigung ihrer Ausführungsgänge zu einem gemeinschaftlichen Drüsenkörper. Ich konnte nämlich durchaus keine Stämme und Aeste der Gallengänge erkennen, deren Existenz man a priori und nach Analogie mit Cryptochiton vermuthen sollte. Die ganze Leber ist vielmehr hier sowohl bei Chiton piceus wie bruneus nach einem sehr eigenthümlichen Plane gebaut, wie ich ihn noch nirgends beschrieben finde. Dieselbe stellt im Ganzen einen Sack mit doppelten Wandungen oder vielmehr zwei in einander geschobene Säcke dar. Der äussere Sack ist auf seiner ganzen äusseren Oberfläche dicht mit den einzelnen verschieden grossen und in spiralige Reihen gestellten Zottenläppchen besetzt. Die Ausführungsgänge der letzteren durchbohren den Sack ziemlich dicht neben einander von aussen nach innen, so dass das Sekret in den engen Zwischenraum gelangt, welcher den inneren vom äusseren Sack trennt. Der einzige Ausweg, welchen die Galle hier findet, ist die Stelle, wo der äussere Sack mit den Magenwandungen verwächst und dieselben durchbohrt. Der innere Sack aber, also die eigentliche centrale Höhlung der Leber trägt an seinen Seitenwänden gar keine Oeffnungen, hat eine vollkommen glatte Fläche und von vorn und oben stülpt sich in ihn die Reibplatte herein, die man bei Eröffnung der Leber in ihrer Scheide vor sich liegen sieht. In fig. 9 ist *f* die aufgeschnittene Leber und auf ihrer glatten Innenfläche sieht man die Reibplatte (*r*). Das Mikroskop zeigt, dass nur die Zotten Gallenkerne absondern, von denen ihre Wandungen überdeckt sind. Der übrige Theil des Apparates verhält sich wie Bindegewebe. Der äussere Sack ist reich an Nerven, die an vielen Stellen vereinzelte Ganglienkugeln tragen. Ob sich die nur mit einzelnen Körnchen gemischte Galle in ihrem Wege durch den Zwischenraum zwischen den beiden Säcken des Leberkörpers ganz frei bewegt und fortschiebt, oder ob ihr hier ein bestimmter Weg durch einzelne sich zu verzweigten Kanälen verbindende Scheidewände vorgezeichnet ist, habe ich nicht mit Sicherheit ermitteln können. Das Letztere ist mir wahrscheinlicher, da an vielen Stellen die beiden Säcke durch längere Verbindungsbrücken so mit einander vereinigt waren, dass man sie ohne Zerreissung nicht trennen konnte.

Nieren?

In Betreff der Nieren sagt *Middendorff* (l. c. pag. 137): »Sie waren bei allen von mir untersuchten Chitonarten sehr ausgesprochen vorhanden und hatten immer dieselbe Erstreckung wie bei dem vorliegenden Chiton Stelleri. Dem blossen Auge erscheinen sie als ein sehr breiter sammtartiger Ueberzug auf der glänzenden Sehnenmasse der Bauchmus-

Digitized by Google

keln, der nur die Mittelfläche der untern Bauchwand frei lässt, die Seiten derselben aber und einen Theil der Seitenwand der Eingeweidehöhle in Hufeisenform derart überzieht, dass jeder Schenkel dieses Hufeisens, nahe hinter dem vordern Zwerchfell entspringend, nach hinten geht, und sich mit seinem Genossen auf der Vorderwand des hinteren Zwerchfelles zu einem geschlossenen Bogen vereinigt.«

Nach Wegnahme der Baucheingeweide des vom Rücken her geöffneten Thieres habe ich auf der Innenfläche der vorderen Bauchwand ganz dasselbe gesehen, was *Middendorff* hier beschreibt, und ich habe in fig. 12 *h h* die beiden Anfänge der Schenkel des Hufeisens abbilden lassen, deren untere Vereinigung bei *Middendorff* tab. VI, fig. 2 *N N* sichtbar ist. Die Farbe des sammtartigen Ueberzuges variirte in den von mir untersuchten Thieren vom tief Dunkelbraunen bis zum hell Gelbbraunen und bei beginnender Zersetzung wurde die Farbe dunkler.

Dennoch darf ich mich nicht rühmen, die von *Middendorff* bei Cryptochiton entdeckten Nieren bei meinen Thieren aufgefunden zu haben, denn die mikroskopische Untersuchung liess mich in diesem »sammtartigen Ueberzug« nichts erkennen, als eine grosse Menge von Pigmentkörnchen, welche die sehnigen Muskelfasern an diesen Stellen überdeckten und die sich zwischen sie eindrängten, und diese Pigmentkörnchen waren denen ganz ähnlich, die ich auch an andern Stellen der Bauchwand auf vielen Muskeln fand, die sich ferner in den Nervenganglien zwischen die Ganglienkörper drängen. Da ich möglicherweise eine sich um die Körnchen lagernde Drüsenmembran übersehen haben konnte und der Niereninhalt bei manchen Mollusken Pigmentkörnchen ziemlich ähnlich ist, so nahm ich auch an der gefärbten Schicht eine chemische Untersuchung auf Harnsäure vor. Es wurde keine nachgewiesen.

Middendorff aber hat bei Cryptochiton die blinden Endausstülpungen flacher Drüsengänge gesehen und wie diese sich »von oben und von unten her« zu einem gemeinschaftlichen höchst dünnwandigen in der Mitte der Gesammtbreite der Drüse laufenden Längskanal vereinigen, den der geschätzte Forscher nur stellenweise verfolgen und dessen Mündung er nicht entdecken konnte. Die Bedeutung dieser Drüsen als Nieren ist übrigens für *Middendorff* auch nur eine hypothetische.

Nervensystem.

Im vorderen Theil der Körperhöhle findet man nach Wegräumung der Schlundmasse und des Zungenapparates das centrale Nervensystem, dessen allgemeine Anordnung ich im Wesentlichen ganz übereinstimmend mit den Angaben *Garner's* über die Nerven der Chitonen finde (Linnean Transact. 1837). Die Abbildung *Garner's* von den Nervencentren bei Chiton ist kopirt in Georges Johnston Conchology — Ausgabe von Bronn, pag. 174, fig. 32 *e*. Ich finde nur die eigentlichen Nerventheile nach

Digitized by Google

Wegpräparirung der Hüllen viel weniger dick als sie in der citirten Abbildung angegeben sind, die starken Nervenhüllen dienen aber theilweise, wie bereits oben angegeben, zum Ansatz von Muskeln und der Raum zwischen den Schlundknoten und ihren Hüllen dient zugleich als Gefässraum der Blutcirkulation. *Garner* bildet die Hauptnervenstämme ab soweit sie in der eröffneten Eingeweidehöhle sichtbar sind, es sind dies die von *Middendorff* sogenannten Nieren- und Eingeweidenervenpaare. Von dem Seitentheile der hinteren grossen Knoten sehe ich aber noch einen andern starken Nerven abgehen, der jederseits die Kiemenarterie begleitend sich sogleich in dem 3eckigen von Muskeln umgebenen Kanal verbirgt, der sich an der Basis der Kiemen hinzieht, dieser Nerv ist von *Middendorff* bei Cryptochiton als Kiemennerv beschrieben und (Tab. IX, fig. VI ε) abgebildet. Er gibt Aestchen zu den einzelnen Kiemenblättern. Ich sehe diesen Nerven wenigstens an seinem Ursprung relativ viel dicker als er bei Cryptochiton erscheint.

Das Nähere über das Nervensystem und seine Elemente werde ich in einer späteren speziell den Nerven der Mollusken gewidmeten Abhandlung mittheilen. Hier nur noch die Bemerkung, dass alle diese erwähnten Nervenstämme von Stelle zu Stelle mit mehr oder weniger regelmässig gruppirten oder vereinzelten zerstreuten Ganglienkugeln versehen sind, die sich bekanntlich durch ihre enorme Grösse sehr leicht erkennen lassen. Besonders reich hieran sind die von *Middendorff* sogenannten Nierennerven und in den Kiemennerven finden sie sich am Abgang eines jeden Aestchens.

Auf dem vorderen Theile des Nervenringes fand ich bei zwei anscheinend jüngeren Exemplaren (sie waren kleiner und das Ovarium wenig entwickelt) zwei grosse gestielte Blasen (von $\frac{1}{5}^{mm}$ Durchm.) aufsitzen. Dieselben hatten doppelte Wandungen, einen sehr feinkörnigen etwas glänzenden Inhalt und einen agglomerirten drüsenförmigen Körper als centralen Kern. Salzsäure entwickelte aus ihnen kleine Gasbläschen, die ganze Blase war nicht rund, sondern fast platt. Auch über diese Körper, die ich für Rudimente embryonaler Gehörorgane halte, werde ich mich später nach weitern Forschungen ausführlicher aussprechen. Von Augen und Sehnerven sah ich keine Spur.

Kiemen.

Es bleiben uns nun auf der äusseren Bauchseite des Thieres noch die Kiemen zu beschreiben, deren Form bei Chiton piceus sehr bedeutend von der bei Cryptochiton abweicht und ebensowenig mit der von *Williams* (Annals and Mag. 1854) als Normalform für die Chitonen (wenn ich nicht irre nach den Untersuchungen von Chiton cinereus) beschriebenen ganz übereinstimmt. Die Lage der Kiemenblättchen ist die gewöhnliche, ihre Reihe beginnt bei Chiton piceus und bruneus sogleich hinter

dem Kopfeinschnitt und erstreckt sich bis ganz nahe der Afterwarze. Die vordersten Kiemenblättchen sind wie bei allen Chitonen bedeutend kürzer (fast nur $^1/_3$ so lang) als die mittleren, nach hinten verkürzen sie sich wieder, bleiben aber bis zu Ende länger als die vorderen. Ihre Zahl ist etwa 80 jederseits.

Die Form der Kiemenblättchen ist ein langgezogenes sehr spitzes Dreieck. Sie sind 5—6mal so lang als an der Basis breit. (Bei vielen andern Chitonengruppen sind sie viel kürzer und demnach relativ breiter).

Unter dem Mikroskop sieht man schon bei schwacher Vergrösserung, dass jedes Kiemenblättchen aus einer mittleren centralen Achse oder Spindel und zwei gegenüberstehenden Reihen von Läppchen besteht. Dieser Seitenläppchen sind etwa jederseits 50—60, sie sind an der Basis des Blättchens am längsten und verkürzen sich anfangs nur wenig, später sehr merklich, bis endlich ein pseudoterminales Läppchen die Spitze des Blättchens bildet (fig. 15). Man sieht an der gegebenen Figur, welche das Ende eines Kiemenblättchens vorstellt, dass die einzelnen Läppchen sich nicht gerade gegenüberstehen, sondern dass ein Einschnitt auf einer Seite auf die Mitte der Basis eines Läppchens der andern Seite trifft, so dass das Ganze eine überraschende Aehnlichkeit mit vielen Farrenkrautblättern erhält. Wie bei jenen Wedeln ist auch hier das letzte Läppchen nicht eigentlich endständig, sondern ein vorwärts gerichtetes seitenständiges. Die untersten Läppchen liegen einander sehr dicht an und sind so schwer von einander zu trennen, dass es mir manchmal den Eindruck machte, als sei hier das ganze Kiemenblättchen mit seinen Läppchen von einer äusserst zarten Haut überzogen, die ich indessen niemals zur Anschauung bringen konnte. Diese ganze Läppchenbildung ist, wie es scheint, bei Cryptochiton nur durch die Runzeln in der Haut des Kiemenblättchens angedeutet, wobei indess zu bemerken ist, dass hier nach *Middendorff* die Runzeln auf dem Breitendurchmesser des Läppchens senkrecht stehen, wohingegen bei Chiton piceus die Achse der Läppchen im Breitendurchmesser des ganzen Blättchens liegt.

Interessant ist das Gefässsystem der Kiemenblättchen, welches ich fig. 16 in halbschematischer Zeichnung dargestellt habe. Ich nenne die Abbildung halbschematisch, weil ich erstens die Gefässe der Spindel *vav* etwas weiter auseinander gerückt habe als sie wirklich sind, zweitens weil ich, um ein Muster der Verschiedenheit der Gefässvertheilung in den Läppchen zu geben, zwei Läppchen, die ich aus ganz entfernten Stellen des Blättchens auswählte, neben einander gezeichnet habe.

Der ganze Kreislauf in den Kiemenblättchen geschieht in Gefässchen mit deutlichen Wandungen bis zur kapillaren Vertheilung herab und man kann diese Gefässe sowohl an injicirten Exemplaren als auch in glücklichen Fällen ohne Injektion bei mässig starker Vergrösserung (die Zeichnung ist bei 140 linear gemacht) wahrnehmen.

Digitized by Google

Wir haben bereits früher gesehen, dass in der muskulösen Rinne an der Basis der Kiemenblättchen eine Kiemenarterie und eine Kiemenvene verlaufen, bei denen, sobald sie zwischen die Muskeln getreten waren, deutliche Seitenwandungen durch Präparation nicht mehr dargestellt werden konnten. Aus der Arterie entspringt für jedes Kiemenblättchen ein Stamm (*a* fig. 16), welcher in der Mitte der Spindel des Blättchens verläuft, zu beiden Seiten liegen ihm hier zwei andere Stämme (*v v*) mit deutlichen Wänden, die in die Kiemenvene münden. Aus diesen drei Gefässen der Spindel des Kiemenblättchens kommen analoge Gefässe für jedes Kiemenläppchen. Aus der mittleren Arterie entspringt ein Stämmchen, das mit der Vene der Spindel sich kreuzend am Rand des Läppchens in die Höhe steigt und sich entweder bald (fig. 16, 1) oder nahe dem obern Ende (fig. 16, 2) in sehr feine Gefässchen auflöst, während vorher keine deutlichen Gefässchen von ihm abgingen. Die kleinen Gefässe bilden am obern Rand ein sehr dichtes Geflecht, aus dem sich zwei Venen sammeln, die ebenfalls nur oben Aeste aufzunehmen scheinen und dann mehr oder weniger gestreckt herablaufen. Auf dem eigentlichen Mittelfelde des Läppchens waren die Gefässe nicht deutlich.

Die Läppchen tragen vermuthlich Flimmerepithel, das aber bei den Weingeistexemplaren nicht zu erkennen war.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Chiton piceus in natürl. Grösse nach Entfernung der Schaalen. Man sieht die blosgelegten Kapselmembranen, von den Dornenschüppchen des Mantelrandes begränzt. *g* Vorderer gesägter Rand der ersten Schaalenkapsel, mit den einzelnen Fächerstreifen. Die Vorderränder aller andern sind bedeckt von *b*, *a* dem Hinterrande; *b* breiter Sehnenstreifen des Hinterrandes; *a* schmaler äusserster Sehnenstreifen des Hinterrandes. Die Zähne des Seitenrandes unterbrochen bei *d* durch die in den Einschnitt der Schaale passende Sehnenfalte; *f* die Sehne des schrägen und *c* die vereinten Sehnen des geraden Schaalenmuskels.

Fig. 2. Der hintere Theil des Thieres mit dem Herzen und dem Ursprung der Aorta. Die Schaalenkapseln sind entfernt. Die Ränder der 8ten sind bei *z z* umgeschlagen, soweit sie nicht mit dem Herzen verwachsen sind. Man sieht die zwei Vorkammern mit ihren vier Mündungen in die Kammer und *o o* den Einmündungen der Kiemenvenen; *d* die mittlere längliche verdünnte Stelle der Kammer; *d'* die vordere ovale verdünnte Stelle, die sich auf *A* die Aorta als *A'* verdünnte Rückenwand der Aorta fortsetzt; *e e* hinteres Zwerchfell unter dem Herzen, dies lässt *f f* die Eileiter, und wo es sich nach vorn verdünnt, *b b* die Wandungen der Ovarien durchschimmern; *g g* zeigen vergrössert die Sehnenfalten *d* von fig. 1.

Fig. 3. Das Herz von dem Mantelrande ganz frei präparirt und etwas nach vorn verschoben: *z* die Spitze der Kammer mit einem daran hängengebliebenen

Digitized by Google

Zipfel des Mantelrandes. Unter ihr erscheint *R* die Kommunikation zwischen beiden Vorkammern, zu deren Präparation *B* die künstliche Spaltung im hintersten Mantelrande vorgenommen worden; x, $x x$ Stellen, wo die Vorkammer am engsten mit dem Mantelrande verwachsen ist; *d*, *d'* Lücken im äussern Ueberzug der Herzkammer, wie in fig. 2.

Fig. 4. Muskulatur der Vorkammer mit ihren vielen Geflechten und Theilungen, wie sie ohne weitere Präparation sichtbar sind, bei schwacher Vergröss.

Fig. 5. Ein Stück des Ovariums von innen, um die dichotomische Spaltung eines Arterienstammes und die von der Fläche her als Körnchen erscheinenden blinden Anhänge der Eierschläuche zu zeigen.

Fig. 6. Ein abgeschnittenes Stück der faltigen Innenhaut des Eileiters mit mehreren anhängenden mehr oder weniger ausgebildeten Eiern.

Fig. 7. Ansicht der Eingeweide vom Rücken her nach Entfernung der Cirkulations- und Geschlechtsorgane bei einem etwas kleineren Exemplar. *O* das unreife auf die Seite geschobene und etwas nach vorn gezogene Ovarium. Die Eileiter waren nicht deutlich und die Drüse lief nach hinten in einen sehnigen Stiel aus. (Vielleicht ist dies männliches Geschlechtsorgan). *p* obere gefaltete Decke des Pharynx; *s* Anfang der Schlundsäcke; *l* Hebemuskel der Zungenknorpel; *e e e e* Magen; auf ihm *f* oberer Leberlappen; *i* Darm.

Fig. 8. Der Darm ist bei demselben Thiere von *f* der Leber abgewickelt und bis auf *i i* seine Anfangs- und Endportion entfernt. *e* der Magen ist etwas entfaltet. Der Oesophagus ist etwas nach links gezogen, um *r* die in ihrer Scheide durchschimmernde Reibplatte zu zeigen; *s* unterer Theil des Schlundsackes; *l* Hebemuskel des Zungenknorpels, von ihm geht auf der rechten Seite *l*—*p* die Pharyngealportion nach *p* dem Pharynx.

Fig. 9. Der Lebersack *f* aufgeschnitten, man sieht in seinem Innern *r* die Reibplatte in der Scheide in gestrecktem Verlauf; *l* Hebemuskel.

Fig. 10. Der mittlere Theil der Reibplatte von oben gesehen.

Fig. 11. Ein einzelnes abgelöstes Glied derselben von hinten, die Buchstaben bez. die einzelnen Haken und Zähne.

Fig. 12. Das vordere Ende des Thieres vergrössert dargestellt, um die Muskeln der Zungenknorpel und der Reibplattenscheide zu zeigen. Die hinteren Enden der Zungenknorpel x sind weit auseinandergezogen und etwas in die Höhe gehoben, um die Muskeln *z z*, *m*, *m*, *b b* und *p* zu spannen. Die Reibplatte *r* mit ihrer Scheide ist in ihrem vorderen Dritttheile abgeschnitten und ganz nach oben und etwas nach vorn umgedreht, so dass ihr vorderer Anfang bei *p* und der hintere Stumpf bei *r* liegt. Der Muskelast, der mit seinem h i n t e r e n Ende *t* sich hinter der abgeschnittenen Stelle an die Reibplattenscheide legt, flottirt demnach frei und künstlich abgelöst, die Muskeln *u*, *v*, *v v' v'*, *s s* spannen sich, hingegen sind die Muskeln *n n* und *u'* durchschnitten und abgelöst; *a a a* ist die Hülle des Nervenringes; *h h* sind die breiten Pigmentanlagerungen zu beiden Seiten der sehnigen Mittellinie des Bauches. (Nieren bei *Middendorff*).

Fig. 13. Der Magen *e* entfaltet *o* mittlere, obere Pharynxfalte, *p* seitliche obere Pharynxfalte; *s* Hals des Schlundsackes; *s'* unterer angeschwollener Theil des Schlundsackes; *e'* blindsackartige Ausbuchtung des Magens nach oben auf der rechten Seite; *e''* blättriger nach links gerichteter Anhang des

Digitized by Google

Oesophagus über dem Magen; *f* Stück der Leber; *p* ein Loch in der Magenwand, beim Ablösen der Leber entstanden. (Mündung der Lebergänge?); *i* Darm.

Fig. 14. Vielfache zum Theil verzweigte und pigmentirte Zotten auf der Schleimhaut der Schlundsäcke.

Fig. 15. Ein Ende eines Kiemenblättchens, um die farrenkrautartige Anordnung der Läppchen zu zeigen.

Fig. 16. Die Gefässe der Kiemenläppchen halbschematisch nach einem injicirten Exemplar. *A* Arterie des Kiemenblättchens. *ss* Arterie des Kiemenläppchens; *bb* die Venen des Kiemenläppchens; *vv* die zwei Venen am Rande der Spindel des Kiemenblättchens.

Digitized by Google

Zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Gattung Myzostoma Leuckart.

Von

Carl Semper.

Mit Tafel III. IV.

F. S. Leuckart beschrieb 1827[1]) ein kleines Schmarotzerthier, welches er auf dem Discus der Comatula mediterranea gefunden hatte, unter dem Namen Myzostoma parasiticum. 1830 beschrieb er[2]) eine zweite Art, welche auf der Comatula multiradiata Lam. des rothen Meeres lebte, und noch einige Jahre später lieferte er[3]) eine Characteristik seines Genus Myzostoma, unter welches er nun 3 Arten stellte: Myzostoma glabrum, costatum und cirriferum. Die erste Art ist das unter dem Namen M. parasiticum beschriebene, auf Com. mediterranea lebende Thier, das zweite lebt auf der Com. multiradiata und die dritte Art benannte er nach einer Abbildung und kurzen Beschreibung, welche *Thompson* nach einem an der englischen Küste auf C. europaea lebenden Thiere angefertigt hatte[4]). 1842 lieferte er[5]) wiederholte Beschreibung und Abbildung der beiden von ihm entdeckten Arten, ohne jedoch wesentlich Neues dem schon Bekannten hinzuzufügen. In demselben Jahre gab *Lovén* eine Beschreibung[6]) der Anatomie von M. cirriferum, welche Art er in ziemlich grosser Menge an der norwegischen Küste aufgefunden hatte. Seitdem sind diese Thiere durchaus keiner weiteren Untersuchung unterzogen worden; man begnügte sich vielmehr damit, sie nach den vorhandenen Beschreibungen

1) Versuch einer naturgemässen Eintheilung der Helminthen etc. etc. Heidelberg 1827, p. 24.

2) Isis 1830. Heft 5. p. 612.

3) Froriep's Notizen. No. 1087. p. 130.

4) Froriep's Notizen No. 1057. p. 5.

5) Zoologische Bruchstücke. Heft 3. p. 5. 12. i. Programm zur Eröffn. d. Vorlesungen in Freiburg. Winter 1842.

6) Erichson's Archiv für Naturgeschichte. Jahrgang 8. 1842. Isis 1845. p. 138.

Digitized by Google

Leuckart's und *Lovén's* bald in diese, bald in jene Classe einzureihen, je nachdem man die eine oder andere Eigenthümlichkeit derselben für maassgebend hielt bei der Frage nach ihrer Stellung im System. Eben dieses zweifelhaften Characters wegen, welcher seither der Gattung Myzostoma anklebte, unternahm ich eine genauere Untersuchung derselben, in der Hoffnung, ihr wo möglich eine gesichertere Stellung im System verschaffen zu können. Diese Hoffnung schlug fehl. Wenn ich trotzdem meine Beobachtungen, welche ich in Triest im Monat October an zwei Arten anstellte, veröffentliche, so geschieht es theils wegen der grossen Mangelhaftigkeit der bisher über diese Thiere publicirten Beobachtungen, theils weil ich sie dadurch einer unverdienten Verachtung von Seiten der Beobachter zu entziehen hoffe.

Zur Untersuchung lagen mir zwei Arten vor, von denen die eine die schon bekannte M. cirriferum Leuck., die andre dagegen eine neue noch unbeschriebene Art ist. Zu der von *Thompson* und *Lovén* gelieferten Beschreibung der ersten Art weiss ich nur noch das hinzuzufügen, dass die Cirren auf ihrer untern, also gegen das Wohnthier gerichteten, Fläche eine ziemlich tiefe Furche besitzen, so dass es von oben gesehen fast aussieht, als ob sie hohl wären (Tab. III, Fig. 2). Die andere Art (Tab. III, Fig. 5), welche ich M. tuberculosum nenne, ist rundlich, mit ziemlich stark gewölbtem Rücken, und hat an denselben Stellen des Körperrandes, an welchen bei jener die 20 langen Cirren entspringen, 20 kurze conische Papillen, welche sich ziemlich stark contrahiren und ausdehnen können. Anzahl und Stellung der Saugnäpfe und Beine dieselbe wie bei M. cirriferum. Die Farbe ist bald gelb, bald dunkelroth gefleckt. Auf dem Rücken sitzen zahlreiche, unregelmässig vertheilte, gelb pigmentirte Tuberkeln. Am meisten Aehnlichkeit hat sie noch mit M. costatum Leuck. doch unterscheidet sie sich durch das Vorhandensein eines contractilen Rüssels, welcher jenem fehlt, und durch die vielen gelbpigmentirten Tuberkeln, statt deren M. costatum verschiedene Rippen trägt. Sie wird bis zu $2\frac{1}{2}'''$ gross.

Ganz ausserordentlich weichen beide Arten in ihrer Lebensweise von einander ab. Während M. cirriferum äusserst lebhaft am Wohnthiere, meist an dessen Armen herumläuft, wobei sie sehr an die schnellen Bewegungen der verschiedenen schmarotzenden kleinen Milben erinnert, sitzt dagegen M. tuberculosum, ohne alle Bewegung, fest auf dem Discus des Haarsterns, so fest, dass es nur schwer gelingt, sie ohne Verletzung abzureissen. Auch gegen Berührung scheint sie sehr unempfindlich zu sein. Auffallend ist ferner das Verhältniss dieser beiden Arten zu den verschiedenen Varietäten der Comatula mediterranea. Während nämlich die erste fast nur auf der rothen Comatula vorkommt, lebt die letztere fast ausschliesslich auf der gesprenkelten Varietät; nur einige Male fand ich auch auf der rothen ein M. tuberculosum, ein einziges Mal nur zwei Stück der M. cirriferum auf der gesprenkelten Varietät.

Digitized by Google

Die Epidermis wimpert bei beiden Arten auf allen Theilen des Körpers; doch ist diese Wimperung nicht überall ganz gleichmässig. An einzelnen Stellen, die nicht sehr regelmässig zu liegen scheinen, gewöhnlich aber zu zwei zwischen je zwei Cirren, sitzen längere Wimperbüschel und an der Spitze jeder Cirre sieht man einzelne längere Wimpern, (Tab. III, Fig. 2), welche ich jedoch nie habe schlagen sehen. Am hinteren Ende des Rückens sitzen ebenfalls, wie es scheint ziemlich unregelmässig, einzelne längere Wimperbüschel, welche immer in äusserst lebhafter Bewegung begriffen sind. Diese Cilien werden von einer feinen Cuticula getragen, welche jedoch überall leicht nachzuweisen ist (Tab. III, Fig. 2). Die Zellen der Epidermis unzweifelhaft darzustellen, gelang mir nicht, doch ist es wohl a priori anzunehmen, dass solche wirklich vorhanden sind. Die Pigmentirung, wo solche vorhanden ist, wie bei M. tuberculosum, hat ihren Sitz in dieser Epidermis; die Bauchseite des Thieres ist jedoch nie roth pigmentirt, sondern es beschränken sich die hochrothen Flecken auf den Rücken desselben.

Eine Leibeshöhle ist bei keinem der beiden Thiere vorhanden, es wird vielmehr der ganze innere Raum vollkommen von den verschiedenen inneren Organen ausgefüllt.

Muskulatur und Bewegungsorgane.

Das Muskelsystem besteht aus einem centralen und zehn peripherischen Theilen. Der centrale Theil wird von 10 oder 12 radienartig vom Mittelpuncte des Thieres ausstrahlenden Muskelbündeln gebildet, welche bei M. cirriferum schon ziemlich früh miteinander verschmelzen, so dass hier eine mittlere längliche Muskelmasse gebildet wird, bei M. tuberculosum dagegen erst im Mittelpuncte zusammentreffen, und einen ziemlich regelmässigen Stern darstellen. Bei der letzten Art schieben sich noch zwischen diese grösseren Muskelbündel 10 kleinere ein. Diese ganze Muskelmasse liegt auf der Bauchseite des Thieres dicht über der Epidermis.

Die 10 radienartigen Muskeln der M. cirriferum setzen sich zum grössten Theile an den Knopf des zweiten Hakens im Fusse[1]) an; ein Theil ihrer Fasern geht jedoch an den Füssen seitlich vorbei und strahlt in die zwischen letzteren liegenden Organe aus. Zugleich setzen sich an denselben Knopf noch zwei Muskelbündel, welche, das eine von vorne, das andere von hinten entspringend, das centrale Muskelbündel zwischen sich lassen und zur Vorwärtsbewegung des Fusses dienen. Die Verbindung des geknöpften Hakens mit dem die Locomotion vermittelnden geschieht auf dieselbe Weise, wie bei M. tuberculosum.

Bei dieser Art ist die Muskulatur viel complicirter. Die 12 grösseren centralen Muskelbündel gehen zwischen den Füssen durch, theilen sich

1) Man vergleiche die Abbildung des Fusses von *Lovén*.

Digitized by Google

dann in zwei Aeste und verlieren sich in die umliegenden Parthien, ohne dass es möglich ist, sie weiter zu verfolgen. Die 10 kleineren entsprechen den oben beschriebenen von M. cirriferum, indem sie sich, wie diese, an den Knopf des zweiten Hakens ansetzen (Tab. IV, Fig. 2 *a*). Zugleich setzen sich an diesen noch etwa 8 einzelne Muskelbündel, welche, aus den angrenzenden Theilen des Leibes entspringend, auf ihn zustreben, etwa wie die Streben eines halbaufgespannten Regenschirmes auf dessen Spitze. An das hintere Ende desselben Hakens setzen sich noch 3 Muskeln; der eine (Tab. IV, Fig. 2 *k*) verbindet ihn mit dem hinteren Ende des ersten Hakens, dessen Zurückziehen er zu bewirken scheint, die beiden andern (Tab. IV, Fig. 2 *d*, *d*) setzen sich dicht unter jenem an und scheinen nur ein Verschieben des hintern Hakenendes bewirken zu können.

Alle diese Muskeln können nun offenbar nur ein Zurückziehen oder seitliches Verschieben des Hakensystemes bewirken, auf welche Weise aber das Vorstrecken des ersten Hakens bewirkt wird, ist mir völlig entgangen. Dass jedoch ein solches Vorwärtsschieben wirklich Statt findet, sieht man sehr leicht, wenn man ein abgelöstes Thier auf den Rücken legt: bei den Anstrengungen, die dasselbe macht, um sich umzuwenden, sieht man, dass mit dem Vorwärtsschieben des Fusses ein Ausstrecken des Hakens, mit dem Zurückziehen des ersteren auch ein Einziehen des letzteren verbunden ist.

Ausser den beiden schon erwähnten Haken finden sich noch 2 oder 3 andere (Tab. IV, Fig. 2 *f*, *g*, *h*), welche sehr in der Grösse variiren und durchaus nicht mit dem eigentlichen, durch jene beiden andern Haken gebildeten Bewegungsapparate in Verbindung stehen. Man könnte leicht zu dem Glauben kommen, sie als Reservehaken anzusehen, doch scheint mir die Anordnung der Muskulatur, namentlich aber ein anderes Organ (Tab. IV, Fig. 2 *l*. Tab. III, Fig. 8) dieser Annahme bedeutende Schwierigkeiten in den Weg zu legen.

Dieses Organ findet sich nur bei M. tuberculosum. Es scheint aus zelligen Elementen zu bestehen und wird von einer feinen Membran eingehüllt, welche sich gegen die Rinne des Hakens hin etwas verengert und so einen sehr kurzen Canal bildet, der, wie es scheint, mit der Rinne, in welcher sich der Haken auf- und abbewegt, in Verbindung steht. Dies scheint auf eine drüsige Natur des Gebildes hinzudeuten; sollte es vielleicht eine Art Schleimdrüse sein, deren secernirter und in die Rinne ergossener Schleim die Beweglichkeit des Hakens erhöhte?

An dem hinteren Ende des zweiten geknöpften Hakens findet man einen ovalen Sack (Tab. IV, Fig. 1 *m*), dessen Membran noch ein kurzes Stück des hornigen Hakens umschliesst, und der vielleicht mit der Bildung desselben zu thun haben möchte. Im Innern liegt feinkörnige Masse, doch ist über die feinere Structur derselben nichts Genaueres zu ermit-

Digitized by Google

teln. Niemals fand sich ein ähnliches Organ an den hintern Enden der andern Haken.

Die Form der Beine von M. tuberculosum ist ziemlich von derjenigen bei M. cirriferum verschieden. Sie bestehen nur aus zwei Gliedern, wenn man bei diesen Thieren überhaupt von Gliedern sprechen kann, von denen das erste sehr klein, das zweite dagegen unverhältnissmässig gross ist (Tab. IV, Fig. 2 *n* u. *m* im Durchschnitt). Das erste kann ganz und gar in das zweite eingezogen werden; ist es ausgestreckt, so bemerkt man auch nicht die mindeste Spur einer Gliederung, sondern es geht das erste Glied in das zweite ohne irgend einen Absatz über. Aehnlich ist auch die Gliederung bei den Beinen von M. cirriferum; ist das Bein eingezogen, so markiren sich allerdings zwei Einschnitte, die jedoch verschwinden, sobald der Fuss gänzlich ausgestreckt ist. Diese Füsse sind also keinenfalls als »gegliederte« zu bezeichnen, insofern man nämlich mit diesem Ausdruck die Füsse der eigentlichen Gliederthiere bezeichnet; dagegen stehen sie den Fussstummeln der Anneliden durch die Art ihrer Bewegung noch am nächsten.

Lovén erwähnt noch in seiner Beschreibung[1]) von M. cirriferum 3 Stücke, aus denen jedes Basalglied gebildet sein sollte, von welchen ich auch nicht die mindeste Spur aufzufinden wusste; ebensowenig weiss ich darauf irgend einen der von mir am Fusse dieser Art gesehenen Theile zu beziehen.

Als Anheftungsorgane dienen 8 Saugnäpfe, welche in den Zwischenräumen zwischen den 5 Fusspaaren dicht am Rande des Körpers stehen. Sie sind bei beiden Arten im Wesentlichen gleich gebildet; indem ich auf die Beschreibung derselben durch *Lovén* verweise, füge ich dieser nur noch hinzu, dass das Lumen des Saugnapfes von einem grosszelligen Pflasterepithel ausgekleidet ist (Tab. IV, Fig. 1 *a*).

Verdauungsorgane.

Bei beiden Arten sind diese im Wesentlichen gleich gebildet, so dass ich mit Bezugnahme auf *Lovén's* Beschreibung und Abbildungen gleich zu den feineren Verhältnissen übergehen kann. Der vorstreckbare Rüssel, welcher bei M. tuberculosum niemals am vordern Ende so zahlreiche und tiefe Lappen zeigt, wie der von M. cirriferum, besteht aus einer sehr dicken Muskelschicht und dem sie überziehenden Epithel. Das äussere Epithel (Epidermis) trägt Wimpern, welche in der Weise schlagen, dass ein Strom vom Körper an dem Rüssel entlang bis zum Munde entsteht, wo er umbiegt und sich in die Mundöffnung hinein fortsetzt; das innere Epithel des Schlundes ist wimperlos. Die Muskelschicht besteht aus längsverlaufenden Fasern; am Mundrande befindet sich ein Sphincter.

1) l. c. p. 142.

In jener Längsfaserschicht liegt eine mehrfache Lage querlaufender Muskelfasern (Tab. IV, Fig. 3 *a*), welche auf allen Seiten gänzlich abgeschlossen ist und namentlich dann, wenn der Rüssel halb zurückgezogen ist, durch ihre ovale Form sehr an den Schlundkopf der Trematoden erinnert. Dicht hinter diesem Ringmuskel scheint sich eine Höhlung zu befinden, in der immer zellige Massen liegen (Tab. IV, Fig. 3 *c*), über deren Deutung ich jedoch ganz im Unklaren bin.

Das Epithel des Schlundes, welcher bald sehr weit geöffnet, bald ganz geschlossen ist, geht direct in das des Magens über, doch nehmen die Zellen desselben dann gleich eine dunkelbraune Färbung an, welche durch bald mehr bald minder dicht liegende Pigmentkörnchen bedingt ist. Der Magen selbst ist je nach der Anfüllung und dem Contractionsgrade des Rüssels bald länglich, bald sehr rundlich und enthält fast immer eine krümelige Masse, in der sich einzelne grössere braune Klumpen befinden.

Die Anhänge des Magens, welche bei beiden Arten ziemlich gleich gebildet sind, namentlich in Betreff ihrer Anzahl und ihrer von *Lovén* so genau beschriebenen gröberen Verästelungen, zeigen ein deutliches Epithel (Tab. III, Fig. 3 *a*), die directe Fortsetzung des Magenepithels. Die Zellen desselben sind immer hellbräunlich pigmentirt. Eine Tunica propria war an diesen Schläuchen nicht zu erkennen, selbst wenn es gelang, durch Zerreissung des Thieres einzelne derselben völlig zu isoliren; überhaupt ist die Sonderung der einzelnen Organe von einander höchst unvollständig, so dass es z. B. fast nie gelingt, durch Zerreissen die Drüsenfollikel der männlichen Geschlechtstheile von denen der weiblichen zu isoliren. Im Lumen dieser Schläuche findet man ausser einer durchsichtigen Flüssigkeit mitunter sehr viel körnige Molekularmasse, fast immer aber eine bald grössere, bald geringere Zahl gelblichbrauner Kügelchen (Tab. III, Fig. 3 *b*), welche ganz dasselbe Aussehen bieten, wie die schon oben erwähnten braunen Klumpen des Magens.

Schon beim unverletzten Thiere fällt es auf, dass diese Magenanhänge, namentlich die letzten Enden derselben, sich unabhängig von der Masse des übrigen Thieres zu contrahiren scheinen; dass dies aber wirklich der Fall ist, sieht man an isolirten Schläuchen, welche häufig noch eine geraume Zeit hindurch unter dem Mikroskop ihre Contractionen fortsetzen. Es muss also diese Fähigkeit, sich zu contrahiren, den Drüsenzellen selbst zukommen, da ja weder eine Tunica propria, noch eine Muskellage vorhanden ist, auf deren Wirksamkeit man allenfalls diese Bewegungserscheinungen beziehen könnte.

Der Magen ist von dem Darme durch einen sehr starken Sphincter geschieden, welcher immer geschlossen ist, so dass man die Oeffnung in demselben nur als einen Spalt bemerkt, und nur beim Uebertreten von Faecalmassen in den Darm oder die Cloake geöffnet wird. Diese ist oval, hat ein ziemlich grosses Lumen und endet mit einer ziemlich kleinen

Oeffnung in der Mittellinie des Thieres dicht am hintern Rande des Thieres. Auffallend ist dabei, dass diese Oeffnung, welche bei M. cirriferum auf der Bauchseite liegt, bei M. tuberculosum auf dem Rücken unter einer kurzen Papille angebracht ist (Tab. III, Fig. 5 *d*). Das letzte Ende dieser Cloake wimpert und zwar geht die Richtung dieser Wimperung von aussen in dieselbe hinein, was man namentlich sehr deutlich sieht, wenn man ein M. tuberculosum beobachtet, da hier bei dem Oeffnen des Afters ein ziemlich tiefer senkrechter Trichter entsteht, in den sich die Flimmerung hineinzieht. Da nämlich der ganze Tractus auf der Bauchseite des Thieres liegt, so muss der Darm, um auf dem Rücken mit dem After ausmünden zu können, eine Biegung in die Höhe machen, in deren Lumen man hineinsieht, sobald der After geöffnet wird. Mit diesem Darm oder richtiger Cloake verbindet sich auf weiter unten näher zu beschreibende Weise das weibliche Geschlechtssystem.

Nervensystem.

Das Nervensystem von M. cirriferum ist schon von *Lovén* recht gut erkannt, so dass ich mich mit einer Beschreibung desselben bei der andern Art begnügen kann. Es liegt auf der Bauchseite des Thieres zwischen Magen und centralem Muskelsystem und wird aus einer einzigen centralen Masse gebildet, von welcher die grösseren Nervenstämme ausstrahlen (Tab. III, Fig. 6). Am vordern Ende sieht man einen mittleren unpaaren Nerv (Tab. III, Fig. 6 *a*), dann folgt ein dünner paariger (*b*, *b*) und diesem ein ziemlich dicker, ebenfalls paariger Stamm (*c*, *c*). Diese 5 Nerven sind für den Schlund und die vordern Parthien des Körpers bestimmt. Dann folgen 3 grosse mittlere Nervenpaare (*d*, *e*, *f*) entsprechend den Ursprüngen der 3 Darmanhänge. Unter den Nerven *d* und *f* entspringen noch 2 kleinere (*g*, *h*). Am hintern Ende sieht man ein ziemlich starkes (*i*) und ein dünnes Nervenpaar (*k*), von denen das erste gleich nach seinem Ursprunge einen Ast abgiebt.

Ganz eigenthümlich scheint das centrale Nervensystem in seiner feineren Structur gebildet zu sein. Es besteht nämlich aus einer feinkörnigen äusseren ziemlich dicken Schicht (Tab. III, Fig. 6 α) und einer centralen länglichen Masse (Fig. 6 β), welche immer ziemlich viel dunkler gefärbt ist, als die Rindenschicht und aus zelligen Elementen zusammengesetzt zu sein scheint. Essigsäure giebt leider über ihre zellige oder nicht zellige Natur keinen Aufschluss, da durch dieselbe die Rindenschicht gleich so stark getrübt wird, dass dadurch die centrale Masse gänzlich verdeckt wird. Auch die Anwendung von Alkalien giebt kein besseres Resultat. An frischen, in Seewasser untersuchten Präparaten sieht man jedoch deutlich, dass diese centrale Masse ganz abgeschlossen ist und auf keine Weise durch Fasern mit den Nerven in Verbindung steht. Diese letzteren bestehen, soweit ich an frischen und nur mit Essigsäure und Alkalien behandelten Präparaten sehen konnte, aus einer sehr feinen

Digitized by Google

Membran und einem fein molekulären Inhalt, welcher die directe Fortsetzung der körnigen Rindenschicht des centralen Nervensystems ist.

Ueber die weitere Verästelung derselben, sowie über ihre Endigungen weiss ich nichts zu sagen, da sie bei der Präparation immer dicht am Ursprunge abreissen und im lebenden Thiere selbst bei starker Compression nicht viel weiter zu verfolgen sind.

Geschlechtsorgane.

Die Zwitternatur unserer Thiere wurde schon von *Lovén* l. c. erkannt. Dieser Forscher lieferte eine etwas genauere Beschreibung und Abbildung derselben von M. cirriferum, doch kann ich nach meinen Untersuchungen selbst in ganz wesentlichen Puncten nicht mit seiner Darstellung übereinstimmen.

Die männlichen Geschlechtstheile sind bei beiden Arten paarig und haben, ausser einer nicht sehr wesentlichen Verschiedenheit in der Verbindung der Hodenfollikel mit den Ausführungsgängen, ganz denselben Bau und dieselbe Lage. Zwischen dem 3ten und 4ten Fusspaare, etwa mitten auf der Seite des Thieres befindet sich auf einer sehr kurzen, etwas vorstreckbaren Papille eine Oeffnung, welche durch einen starken Sphincter gegen eine ziemlich weite Höhlung im Innern des Thieres (Tab. IV, Fig. 4 *b*) abgeschlossen ist. Diese letztere ist bei M. cirriferum länglich und läuft nach innen zu in zwei lange Zipfel aus (Tab. IV, Fig. 4 *c*), welche bald sehr schmal werden, dann aber plötzlich in einen weiten, varicösen Canal übergehen (Tab. IV, Fig. 4 *d*). Nur bis an diese Stelle scheint *Lovén* das Organ erkannt zu haben; er hält es für den eigentlichen Hoden und beschreibt als samenbildende Masse einen in jener Höhlung befindlichen Körper, dessen Bedeutung und Bildung ich weiter unten auseinandersetzen werde.

Diese varicösen Schläuche sind nur der Anfang, oder eigentlich das Ende der Ausführungsgänge der eigentlichen Hodenfollikel. Beide gehen neben einander bis dicht an den Magen heran; hier biegt sich der eine nach vorne, der andere nach hinten um und beide verästeln sich nun in der Weise, dass ihre Zweige den Verzweigungen der Magenanhänge folgen. So verbreiten sie sich mit diesen bis an die letzten Enden derselben. Hier erst finden sich die eigentlichen Hodenfollikel, welche bei beiden Arten jedoch ziemlich von einander abweichen. Bei M. cirriferum (Tab. III, Fig. 4) sieht man in dem zelligen Parenchym hier und da Blasen (Tab. III, Fig. 4 *a*) eingebettet, welche immer einen Haufen kleiner scharf begrenzter Kügelchen einschliessen. Diese finden sich bald in geringerer, bald in grösserer Anzahl und dann sind sie immer bedeutend kleiner, bald sieht man ovale und endlich schon ziemlich langgestreckte. Zerreisst man nun ein Thier, so sieht man alle diese Formen frei liegen und man kommt leicht an einem und demselben Thier zu allen möglichen Stufen der Umbildung der einzelnen Kügelchen in haarförmige Zoosper-

Digitized by Google

mien (Tab. III, Fig. 1 und 7). Jene ebenerwähnten Blasen stellen also die eigentlichen Samenzellen vor, deren Kern sich wohl direct in die Zoospermien nach vorhergegangener mehrfacher Theilung verwandelt haben wird. Eine besondere Tunica propria, welche alle diese vereinzelt liegenden Samenzellen miteinander zu einem wirklichen Drüsenfollikel verbände, habe ich nicht auffinden können.

Die letzten Endigungen des Samenleiters sind bei dieser Art blasig aufgetrieben (Tab. III, Fig. 4 *b*), und fallen durch ihre vollkommene Durchsichtigkeit sehr leicht in die Augen. In ihnen finden sich immer einzelne, völlig ausgebildete Zoospermien, welche sich lebhaft hin und her schlängeln und freilich langsam in den eigentlichen Ausführungsgang hineinrücken. Ausser diesen frei sich bewegenden sieht man fast in jeder solchen Endblase einige Zoospermien (Tab. III, Fig. 4 *c*), welche an der Wand derselben festzusitzen scheinen, und fortwährend in schlängelnder Bewegung begriffen sind. Allmälig treten sie immer weiter vor in das Lumen, schliesslich werden sie ganz frei und bewegen sich nun in derselben schlängelnden Weise vorwärts.

Bald kommen nun von allen Seiten einzelne Zoospermien herangeeilt; so wie sie sich berühren, fangen sie an, sich zu verschlingen, der so gebildete Knäuel (Tab. III, Fig. 4 *d*) wird immer dichter und grösser durch neuhinzukommende, bis schliesslich der Ausführungsgang fast ganz angefüllt ist mit solchen einzelnen Ballen von Samenfäden. Diese rücken nun immer weiter und weiter, bis sie endlich in jenes zweihörnige Organ eintreten, welches, wie schon oben erwähnt, *Lovén* für den eigentlichen Hoden zu nehmen geneigt ist. In dieser Höhlung, dem letzten Ende des Samenleiters, werden nun die einzelnen eingetretenen Samenballen zu einer einzigen dichten Masse auf höchst eigenthümliche Weise verbunden. Von Zeit zu Zeit sieht man nämlich, wie die Wandung jener Höhlung einen kurzen conischen Fortsatz (Tab. IV, Fig. 4 *f*) gegen die Samenballen ausschickt, an denselben eine Zeitlang verweilt und sich dann, unter Zurücklassung eines schleimigen Fadens zwischen sich und der Samenmasse, wieder zurückzieht (Tab. IV, Fig. 4 *g*). Dieser Schleimfaden wird immer dünner, reisst zuletzt durch und bildet an der Samenmasse eine kleine Hervorragung, die sich jedoch allmälig abflacht. Auf solche Weise werden die einzelnen eingetretenen Samenballen zu einer einzigen zusammenhängenden Masse verbunden. Ist endlich die ganze Höhlung, deren Wände übrigens einer ganz ausserordentlichen Ausdehnung fähig zu sein scheinen, von Samenmasse erfüllt, so wird diese, indem sich der Sphincter öffnet, aus der männlichen Geschlechtsöffnung ausgestossen. Am vorderen Ende der Samenmasse sitzt immer ein ziemlich breiter Schleimpfropf. Im Seewasser angelangt, fängt dieser Samenballen alsbald an, sich aufzulösen; eine Beobachtung, die übrigens auch schon *Lovén* gemacht hat.

Der Bau desselben Organes von M. tuberculosum ist in Bezug

Digitized by Google

auf die Bildung des Samenballens, das Verhalten des Samenleiters und die Bildung der Zoospermien ganz derselbe, nur unterscheidet es sich einmal durch den Mangel jener Endblasen, in welche die ausgebildeten Zoospermien von M. cirriferum aus den Samenzellen eintreten, und dann durch das Vorhandensein wirklicher Hodenfollikel (Tab. IV, Fig. 7). Jeder Follikel besteht aus varicösen, einfachen oder schwach verästelten Schläuchen (Tab. IV, Fig. 7 *a*), welche sich in bald grösserer, bald geringerer Anzahl zu einem ziemlich diesen Schläuchen an Dicke gleichkommenden Ausführungsgange (Tab. IV, Fig. 7 *b*) vereinigen. Diese einzelnen Hodenschläuche lassen kein Lumen erkennen, sondern man findet sie immer in ihrem ganzen Verlaufe mit Zellen oder mit in Bildung begriffenen Zoospermien angefüllt. Das äusserste Ende (Tab. IV, Fig. 7 *c*) ist immer mit vollkommen durchsichtigen Zellen angefüllt, in denen man in frischem Zustande keine Kerne erkennt; weiter gegen den Ausführungsgang hin werden diese immer deutlicher und in der Nähe desselben sind die Schläuche ganz angefüllt mit einzelnen Ballen ausgebildeter Zoospermien. Die Ausbildung dieser letzteren geht auf dieselbe Weise vor sich, wie bei M. cirriferum (Tab. III, Fig. 1 u. 7); der Kern, welcher ursprünglich ganz rund ist (Fig. 1 *a*), wird oval (Fig. 1 *b*), dann wächst er nach beiden Seiten zugleich in feine etwas gekrümmte Spitzen aus (Fig. 1 *c*); bei noch weiterer Ausbildung verschwindet auch allmälig (Fig. 1 *d*) die mittlere Anschwellung, bis endlich ein haarförmiges halbmondartig gekrümmtes Spermatozoon gebildet ist (Fig. 1 *e*), welches alsbald seine Bewegungen beginnt und dabei die Form annimmt, wie sie Tab. III, Fig. 7 zeigt. Ihre Bewegungen sind alsdann ausserordentlich lebhaft, und namentlich stark äussert sich bei ihnen der Trieb des Einbohrens; sie versuchen dieses nicht allein an ausgebildeten und unausgebildeten Eiern, sondern auch an allen möglichen ihnen gerade in den Weg kommenden Gegenständen. Ein wirkliches Eindringen derselben selbst in die Eier, welche ich für befruchtungsfähige halten musste, habe ich jedoch niemals beobachtet, obgleich ich beide Theile häufig genug mit einander in Berührung brachte.

Der Hauptunterschied des Hodens bei beiden Arten liegt also hauptsächlich darin, dass M. tuberculosum wirkliche, zahlreiche zellige Elemente enthaltende Hodenfollikel besitzt, welche sich an das Schema der mehrzelligen Drüsen anschliessen; während dagegen bei M. cirriferum jenes Organ nach dem Schema solcher einzelliger Drüsen gebildet zu sein scheint, deren Ausführungsgänge sich zu einem gemeinsamen Gange vereinigen. Zwar ist es mir nicht gelungen, die Ausführungsgänge an einzelnen Zellen in dem übrigen Parenchyme zu erkennen; die vereinzelte Lage dieser Hodenzellen aber lässt es wohl erwarten, dass jede ihren eigenen Ausführungsgang besitzt, der sich entweder direct oder mit mehreren andern Ausführungsgängen vereinigt in jene grossen Blasen ergiesst,

Digitized by Google

welche als die eigentlichen Anfänge des wirklichen Samenleiters betrachtet werden müssen.

Die weiblichen Geschlechtsorgane scheinen noch viel complicirter gebaut zu sein, soweit mir die Ungunst der Objecte erlaubte, einen Blick in ihren Bau zu thun; durch die grosse Durchsichtigkeit der unausgebildeten Eier wird es unmöglich gemacht, am unverletzten Thier etwas Sicheres über den Bau des Eierstocks zu erfahren, und ebenso ungünstige Resultate giebt das Zerreissen der Thiere, da die einzelnen Elemente der Eierstocksfollikel, die man doch wohl vorauszusetzen berechtigt ist, so wenig fest mit einander zusammenhängen, dass es niemals gelingt, einen unzweifelhaften, geschlossenen Follikel zu isoliren. Es bleiben vielmehr einzelne Eierparthien an den Muskeln, den Magenanhängen, dem Hoden, kurz an allen Organen haften, nur nicht an einander. Es scheint also, als ob die Eierstocksfollikel sich dergestalt zwischen alle andern Organe einschieben, dass an eine unverletzte Isolirung derselben nicht zu denken ist. Die unreifen Eier (Tab. III, Fig. 4 *e*) lassen immer einen deutlichen Keimfleck erkennen, um welchen sich bei weiterem Wachsthum der Dotter in der Art eines Hofes herumlagert (Tab. III, Fig. 4 *f*). Die ganz ausgebildeten Eier, wie ich sie in den letzten Enden des Eileiters und in der Cloake getroffen habe, zeigen ausser einem sehr grossen Keimfleck mit Keimkörperchen und einem braunen feinkörnigen, nicht sehr stark ausgebildeten Dotter jedesmal eine oder zwei Falten ihrer Membran (Tab. IV, Fig. 6). Durch Einwirkung des Seewassers kann diese Faltung der Dotterhaut nicht wohl bedingt sein, da selbst Eier, welche in der Cloake gefunden werden, dieselbe zeigen.

In Betreff des Verhaltens des Eileiters bin ich zu ganz anderen Resultaten gekommen, als ich nach der schon vor der Untersuchung mir bekannt gewordenen Abhandlung *Lovén's* erwarten konnte. Mir ist es nämlich niemals gelungen, die Vereinigung der Eileiter beider Seiten zu einer in der Mittellinie liegenden Scheide zu erblicken, es scheint mir vielmehr die Anordnung eine solche zu sein, wie ich sie in Tab. IV, Fig. 5 schematisch dargestellt habe; *a* ist der Magen mit seinen 3 Anhängen jederseits, *b* ist der Sphincter, welcher diesen gegen die Cloake *c* abschliesst; dicht hinter dem Sphincter münden die beiden Eileiter *d*, *d* ein und *e* ist die Oeffnung der Cloake, welche bei M. cirriferum auf der Bauchseite, bei M. tuberculosum auf der Rückenseite liegt.

Dass diese Darstellung eine vollkommen naturgetreue ist, will ich allerdings dahingestellt sein lassen, da ich nur ein einziges Mal ein Präparat hatte, bei welchem ich den Uebergang des Lumens des Eileiters in das der Cloake deutlich zu erkennen glaubte. Ich will aber wenigstens versuchen, durch andere Gründe dieselbe wahrscheinlich zu machen. Bei M. tuberculosum liegt die Cloakenöffnung auf dem Rücken, und fällt, wie schon erwähnt, beim Oeffnen sehr leicht in die Augen durch die starke in sie hineinziehende Wimperbewegung. Hat das Thier entwickelte

Digitized by Google

Eier in der Cloake, so kann man bei einiger Geduld leicht den Weg verfolgen, den sie nehmen: sie rücken nämlich allmälig gegen die Oeffnung zu, wobei sie das schmälere Ende der Cloake stark ausdehnen, und treten dann, häufig mit Kothballen vermischt, aus jener aus. Hierbei kann keine Verwechselung stattfinden, da man von oben in die Oeffnung hineinsieht und man oft schon die auszustossenden Eier durch dieselbe noch in der Cloake liegend erblickt und das Austreten aus jener einzigen Oeffnung keinen Zweifel darüber lässt, dass sie wirklich in der Cloake gelegen haben. Wenn man nun auch annehmen wollte, dass die vorliegenden Arten sich in diesem Puncte so gänzlich verschieden verhielten, eine Annahme, welche vielleicht in der so wesentlich verschiedenen Lage der Cloakenöffnung eine Stütze suchen könnte; wenn man auch für diese Annahme *Lovén's* so bestimmt gehaltene Versicherung anführen wollte, dass es nämlich sehr leicht sei, die Scheide und deren Oeffnung von dem Mastdarm und dem After zu unterscheiden, so kann ich doch nicht umhin, dies einigermaassen in Zweifel zu ziehen. Niemals habe ich ein Object gehabt, welches ich, selbst mit der günstigsten Deutung, auf *Lovén's* Darstellung hätte beziehen können. Immer sah ich die reifen Eier in der Cloake liegen, immer aus der Cloakenöffnung austreten. Aufmerksam darauf, eifrig nach jener weiblichen Geschlechtsöffnung suchend, hätte sie mir doch wohl schwerlich entgehen können, zumal da sie nach jenem Autor zwischen After und Körperrande, also in einer Parthie liegen sollte, wie sie sich zur Beobachtung eines so breiten Organes[1]) nicht günstiger bieten könnte. Ferner spricht dagegen noch die, freilich nur einmal gemachte Beobachtung, dass sich in der Cloake 3 solche Samenballen befanden, wie sie in den männlichen Geschlechtstheilen gebildet werden; durch leichten Druck sah ich diese ganz deutlich aus der Cloakenöffnung nach aussen treten, wo das Seewasser alsbald seine befreiende Wirkung auf die einzelnen Zoospermien auszuüben begann.

Eine wirkliche Begattung habe ich niemals beobachtet. Ein einziges Mal sah ich ein kleines M. cirriferum, welches nur ausgebildete Zoospermien enthielt, in der Weise auf einem grossen mit entwickelten Eiern versehenen Individuum derselben Art sitzen, dass die eine männliche Geschlechtsöffnung ungefähr in die Nähe des Afters zu liegen kam. Spätere Untersuchungen müssen diesen Punct aufklären.

Von der Entwickelung unserer Thiere habe ich ebenfalls wenig zu sagen, die künstliche Befruchtung, obgleich mehrfach versucht, lieferte mir nie ein günstiges Resultat und ebenso vergeblich durchsuchte ich die Haut ihrer Wohnthiere nach allenfalls an ihnen befestigten Eiern. Etwas mehr vom Glück begünstigt war ich bei der Untersuchung der Thiere selbst, an denen ich 2 Mal noch wenig entwickelte Junge haften fand.

1) Siehe *Lovén* l. c. Taf. I, Fig. 6 c.

Digitized by Google

Das eine Mal fand ich auf einem 1''' grossen M. tuberculosum in der Nähe des Schlundes zwei Junge sitzen, welche im äusseren Aussehen schon ganz dem Alten glichen; sie waren beide $\frac{1}{15}$—$\frac{1}{20}$''' gross, hatten weder Geschlechtstheile noch Magenanhänge und die Haken der 5 Fusspaare waren etwa 6mal so kurz, als die des ausgewachsenen Thieres. Interessanter durch die abweichende äussere Form war ein Junges, welches ich auf einem ausgewachsenen M. cirriferum sitzend fand (Tab. III, Fig. 9). Dasselbe hatte eine längliche, vorn etwas schmälere, hinten abgerundete Gestalt und besass nur 4 Beine, und gleicht eher einem Tardigraden, als einem Myzostoma. An zwei Theilen aber erkennt man auf das Sicherste, dass dies in der That ein junges Myzostoma sein muss, nämlich einmal an den Fusshaken, welche sich von denen des erwachsenen Thieres nur durch ihre geringere Grösse unterscheiden, und dann an dem Rüssel, welcher in seinem Innern schon denselben Ringmuskel zeigt, wie ich ihn weiter oben beschrieben habe. Von Geschlechtstheilen und den Magenanhängen war auch keine Spur zu sehen. Das Thier sass mit seinen Krallen auf dem erwachsenen fest und war $\frac{1}{30}$''' lang.

Schliesslich will ich noch bemerken, dass ich ebensowenig, wie *Lovén*, auch nur die geringste Spur eines Gefässsystemes auffinden konnte.

Die Frage nach der Stellung der Gattung Myzostoma im zoologischen Systeme scheint auch jetzt noch so lange eine offene bleiben zu sollen, bis glücklichere Beobachter die Entwickelungsstadien zwischen dem Ei und jener oben näher geschilderten Larve aufgefunden haben werden. Dennoch wird es von Interesse sein, sie mit den Gliederthieren und Würmern zu vergleichen, eine Vergleichung, deren Hauptresultat allerdings das wenig befriedigende sein wird, dass sie nach den für die einzelnen Classen aufgestellten systematischen Characteren eigentlich in keine der vorhandenen gehört. Wollte man hier also ganz consequent sein, so müsste für dieselbe eigentlich eine neue Classe geschaffen werden, welche Arbeit ich jedoch gerne Anderen überlasse.

Die Rädertbiere und Insecten sind von vornherein auszuschliessen, so dass also nach *v. d. Hoevens* Handbuch der Zoologie Bd. I. nur noch die Entozoen, Annulaten, Crustaceen und Arachniden zur Vergleichung übrig bleiben. Unter den Entozoen sind es die Trematoden, mit welchen sie durch ihre rundlich platte Gestalt, die Form der Saugnäpfe, den deutlichen Mund mit dem Schlundkopf, den Hermaphroditismus und die verästelten Anhänge des Magens übereinstimmen. Einer Vereinigung mit diesen Thieren steht aber, abgesehen von dem grossen Unterschiede in dem Bau der Geschlechtstheile, hauptsächlich das Vorkommen eines Afters und die Form der Extremitäten entgegen, und eben so entschieden gegen dieselbe spricht das von mir beschriebene Junge von M. cirriferum. Die andern Entozoen, also die Nematoden, Acanthocephalen, Band- und

Digitized by Google

Blasenwürmer sind von vornherein bei einer solchen Vergleichung auszuschliessen.

Mit den Annulaten haben sie ebenfalls manche Aehnlichkeit, auf der andern Seite aber entfernen sie sich auch wieder ebenso weit von ihnen. An die Turbellarien schliessen sie sich an durch die Wimperung, den ausstreckbaren Rüssel, an dessen Spitze der Mund liegt, die Verästelung der Magenanhänge, den Hermaphroditismus; sie weichen ab von ihnen durch den Mangel jeglichen Gefässsystemes, den deutlichen After, die Sauggruben und die Bewegungsorgane. Die Hirudineen besitzen einen Saugnapf, welcher im Wesentlichen mit denen unserer Thiere übereinstimmt, und den Borstenwürmern sind sie namentlich verwandt durch die Form der Fussstummeln und der Haken in denselben.

Unter den Arachniden sind es lediglich die Tardigraden, mit welchen sie einige Verwandtschaft zeigen. Diese beruht aber eigentlich nur in den für die Systematik ziemlich werthlosen Geschlechtsorganen; die Tardigraden nämlich sowohl, als Myzostoma sind Zwitter, und bei beiden findet sich eine Cloake, in welche die paarigen Eileiter einmünden. Der übrige Bau aber muss sie gänzlich von einander trennen und namentlich scheinen es mir hier das Nervensystem und die Bildung der Extremitäten zu sein, welche eine Trennung fordern. Die Füsse sind bei allen Arachniden ohne Ausnahme so gebildet, dass niemals ein vollständiges Zurückziehen des einen Gliedes in das andere Statt findet; es sind vielmehr alle ihre Fussglieder so mit einander verbunden, dass das eine sich unabhängig von dem vorhergehenden bewegen kann, in der Weise, dass es sich um eine in der Verbindungsebene beider Glieder liegende feste Axe dreht. Ganz ebenso ist auch die Einlenkung der Endkrallen; niemals werden sie in das letzte Glied zurückgezogen, sondern immer nur, wenn überhaupt beweglich, um einen festen Punct gedreht. Ganz anders sind die Füsse von Myzostoma gebildet. In ausgestrecktem Zustande sind sie nicht gegliedert und immer werden die vorderen Parthien des Fusses direct in die hinteren zurückgezogen; ebenso drehen sich die Fusshaken nicht um einen an dem Ende des Fusses liegenden festen Punct, sondern sie werden, gerade wie die Borsten in den Fussstummeln der Borstenwürmer, in der Axe des Fusses ein- und ausgezogen. Endlich lässt das Nervensystem aller Arachniden eine entschiedene Gliederung erkennen, oder es existirt, wenn das Bauchmark ungegliedert ist, wie bei manchen Acarinen, ein deutlicher Schlundring, eine Anordnung, welche auch nicht die mindeste Aehnlichkeit mit derjenigen zeigt, welche ich oben vom Nervensysteme der Myzostoma beschrieben habe.

Es bleiben jetzt nur noch die Crustaceen übrig. Für eine Vereinigung mit diesen scheint namentlich das jugendliche Stadium des M. cirriferum zu sprechen, indem dasselbe ziemlich an die jugendlichen Formen aller Schmarotzerkrebse erinnert, und wenn man dabei an die grosse Aehnlichkeit einiger ausgebildeten Thiere, z. B. der Linguatula mit den Wür-

mern, denkt, so kann man leicht mit *v. d. Hoeven*[1]) zu einer solchen Vereinigung kommen. Doch scheinen mir die Gründe, welche ich oben aus der Form ihrer Beine und des Nervensystems schon gegen ihre Vereinigung mit den Arachniden hernahm, auch hier dem ähnlichen Vorhaben ähnliche Hindernisse in den Weg zu legen. Bei allen Crustaceen mit Ausnahme einiger weniger Parasiten und der Cirripedien, findet sich ein vom Bauchmark getrenntes Hirnganglion, oder blos ein Schlundring; bei jenen Ausnahmen zeigt das Bauchmark immer eine deutliche Gliederung in mehrere Ganglienknoten. Ebenso ist die Art und Weise der Einlenkung der Fussglieder und Endhaken der Crustaceen ganz dieselbe wie die der Arachniden, und selbst an der Larve des Pentastoma taenioides und der Linguatula Diesingii sieht man am Fussende eingelenkte, nicht einziehbare Krallen, ganz abgesehen davon, dass sich bei diesen auch die allen Crustaceen zukommende Sonderung in Vorderleib und Hinterleib (Schwanzanhang) findet.

Der leichteren Uebersicht wegen gebe ich hier eine kurze Wiederholung der verschiedenen Affinitäten der Gattung Myzostoma. Durch die Saugnäpfe erinnern ihre Thiere an die Entozoen, Annulaten (zum Theil) und die Crustaceen; ihre Füsse sind den Fussstummeln der Borstenwürmer unter den Annulaten gleich gebildet; der Verdauungsapparat nähert sie den Entozoen und Annulaten sowohl, als Arachniden, und durch ihren Hermaphroditismus sind sie den Entozoen, Annulaten, Arachniden und Crustaceen verwandt. Von sämmtlichen Classen aber weichen sie durch das eigenthümlich gebildete Nervensystem ab. Stellt man sich nun auf den Rechtsboden der Charactere — und ich glaube, dass dieser der einzige ist, auf welchem ein Streit über die Stellung irgend eines Thieres in unsern künstlichen Systemen ausgefochten werden kann — so kann ohne Zweifel diese Gattung keiner der angeführten Classen angehören, da sie selbst in allen Lebensstadien, soweit bekannt, Charactere besitzt, welche mehreren Classen gemeinschaftlich sind[2]). Trotz-

1) Handbuch d. Zoologie. Bd. I. p. 604.

2) Anmerkungsweise will ich mir einige kurze Bemerkungen über Systematisiren überhaupt erlauben. Alle derartigen systematischen Erörterungen erreichen nicht ihren vollen Werth, so lange nicht scharf bestimmte Normen aufgestellt sind, welche der individuellen Willkühr Schranken setzen. So sollte z. B. kein systematischer Versuch als maassgebend angenommen werden, in welchem nicht die Klippe glücklich vermieden wäre, an welcher so viele derselben scheitern, nämlich die Unbestimmtheit der Charactere oder besser gesagt, die Eigenheit vieler Autoren, die eine Gattung, Classe, Ordnung etc. durch den Mangel eines Organes zu bezeichnen, dessen Vorhandensein eine andere Gattung, Classe, Ordnung etc. characterisiren sollte. Eine andere, mindestens unliebenswürdige Eigenschaft so mancher Autoren ist es, eine Abtheilung durch ein Kennzeichen zu characterisiren, welches nicht allen in diese Abtheilung gehörenden Thieren ohne Ausnahme zukommt. So lautet z. B. die Characteristik der Annulaten in *v. d. Hoeven's* Zoologie so: Animalia elongata, in . . . ., plerumque articulata . . . . Respiratio vel bronchiis externis

dem bleibt es, so lange nicht die noch fehlenden Entwickelungsstufen näher bekannt sind, ein höchst missliches Unternehmen, in dieser Frage ein endgültiges Urtheil abgeben zu wollen, ich bemerke vielmehr ausdrücklich, dass ich diese systematische Frage selbst noch als eine offene bezeichne.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. III.

Fig. 1. Zoospermien von M. tuberculosum in Bildung begriffen.
Fig. 2. Cirren von M. cirriferum *a* von unten, *b* von der Seite, *c* die Längsfurche.
Fig. 3. Ende eines der Aeste der Magenanhänge, *a* Epithel, *b* braune (Fäcal-) Massen im Innern. M. tuberculosum.
Fig. 4. Ende der Magenanhänge, Samenleiter, Hoden und Eier. M. cirriferum. *a* Samenzellen; *b* Kolbige Enden des Samenleiters mit den eindringenden Zoospermien *c*; *d* Samenballen; *e* unausgebildete Eizellen; *f* ausgebildete Eier.
Fig. 5. Myzostoma tuberculosum vom Rücken gesehen; *a* Schlundröhre; *b* Zipfel des Randes; *c* Papillen des Rückens; *d* After und Cloakenöffnung. Man sieht den Magen mit seinen Anhängen schwach durchschimmern.
Fig. 6. Nervensystem vom M. tuberculosum.
Fig. 7. Ausgebildete Zoospermien. M. tuberculosum.
Fig. 8. Fuss mit den Endhaken und dem drüsigen Organ. M. tuberculosum. *a* zellige Masse; *b* umhüllende Membran.
Fig. 9. Junges von M. cirriferum.

Taf. IV.

Fig. 1. Saugnapf mit dem Epithel *a* von M. cirriferum.
Fig. 2. Muskelsystem des Beines. M. tuberculosum. *a* Centraler Muskelstrang: *b* Knopf des 2ten Hakens *c*; *d*, *d* zwei horizontale Muskeln am Hinterende desselben; *e* erster Haken; *f* 3ter Haken; *g*, *h* 4ter u. 5ter Haken; *k* Verbindungsmuskel des 1sten und 2ten Hakens; *l* Drüsiges Organ im Fuss; *m* einziehbarer Fusstheil; *n* Basalglied des Fusses.

vel saccis internis vel cute ipsa peragitur. Organa circulationis in plerisque distincta etc. etc. So wenig störend derartige Diagnosen für die Erkennung der Thiere auf denjenigen einwirken, der überhaupt schon die Thiere kennt, so sehr störend sind sie für den Anfänger, namentlich sobald bei tiefergehenden Gruppentheilungen die letzten Untergattungen nur durch ein einziges Merkmal characterisirt sind, mit Hinzufügung eines »in plerisque«. Vide Milne Edwards, Histoire naturelle des Crustacées. Abgesehen aber von dem Missbehagen, welches Jeden ergreift, der auf solche Unzulänglichkeiten des Systemes stösst, däucht es mir gerade die Hauptaufgabe des systematisirenden Zoologen zu sein, alle Abtheilungen scharf und bestimmt zu characterisiren, so scharf und so bestimmt, dass sie jegliches, häufig so bequeme Einschmuggeln heterogener Dinge in dieselben durch die Schärfe der ihnen gezogenen Gränzen zurückweisen.

Digitized by Google

Fig. 3. Durchschnitt durch den Rüssel von M. tuberculosum. *a* Ringmuskel, dem Schlundkopf der Trematoden ähnlich; *b* äusseres wimperndes Epithel; *c* zellige? Masse hinter dem Ringmuskel; *d* Längsfaserlage; *e* inneres nicht wimperndes Epithel; *f* Falte entstanden durch das Einziehen der vorderen Rüsselparthie in die hintere.

Fig. 4. Ende des Samenleiters. M. cirriferum.

Fig. 5. Verbindung des Tractus mit den weiblichen Geschlechtstheilen. Schematisch. *a* Magen; *b* Sphincter; *c* Cloake; *d* Eileiter; *e* Cloakenöffnung.

Fig. 6. Ausgebildete Eier mit Falten von M. cirriferum.

Fig. 7. Ende der Hodenschläuche von M. tuberculosum. *a* Samenleiter; *b* Hodenfollikel; *c* letzte nur von durchsichtigen Zellen erfullte Enden derselben.

Digitized by Google

Abermalige Bestimmung der Blutmenge bei einem Hingerichteten.

Von

Th. L. W. Bischoff,

Professor der Anatomie und Physiologie in München.

Vor einigen Tagen bot sich die lange vergeblich gesuchte Gelegenheit, den Körper eines Hinzurichtenden vor der Execution zu wiegen und eine Blutprobe bei der Hinrichtung zu erhalten, nochmals dar, und ich liess sie nicht vorbeigehen, ohne meine frühere (von *Siebold's* und *Kölliker's* Zeitschrift Bd. VII, Hft. 3. 1855) Bestimmung der Blutmenge eines Erwachsenen nach der *Welker*'schen Methode zu wiederholen.

Das betreffende Individuum war ein kräftiger ganz gesunder Mensch von 26 Jahren. Es fiel also bei demselben das Bedenken, welches *Henle* (*Canstatts* Jahresbericht 1855 p. 34) gegen meine erste Bestimmung erhoben hat, weil der damalige Verbrecher an einem leichten Scorbut gelitten hatte, weg.

Ich habe ferner verschiedene Versuche angestellt und anstellen lassen, um die Sicherheit und Genauigkeit der *Welker*'schen Methode in Beziehung auf die Unterscheidung der Farbennüançen verdünnter Blutproben und einiger anderer Umstände zu prüfen.

In dieser Hinsicht will ich zuerst einer Bemerkung des Hrn. Prof. *Harless* (Untersuchungen über den Werth des englischen Patentfleisches pag. 94) erwähnen, dass es ihm bei seinen Bestimmungen vortheilhafter geschienen habe, grössere Quantitäten der betreffenden Blutverdünnungen in hohen Cylindergläsern mit einander zu vergleichen, als in gewöhnlichen kleinen Reagenzgläsern oder Röhrchen. In der dabei von ihm hervorgehobenen Rücksicht, dass man, wenn man mit grösseren Quantitäten operirt, die Multiplication der unvermeidlichen Beobachtungsfehler vermindert, kann natürlich nicht widersprochen werden. Dagegen habe ich in der That wider Erwarten gefunden, dass die Vergleichung zweier Farbennüançen d e s s e l b e n verdünnten Blutes in solchen grösseren Flüs-

Digitized by Google

sigkeitssäulen nicht erleichtert, sondern erschwert wurde. Mehrere Personen waren darüber einstimmig, dass man solche Nüançen, die in den grossen Gläsern nicht mehr zu unterscheiden waren, in kleinen gegen das Licht gehaltenen Reagenzröhrchen noch sehr leicht als verschieden unterscheiden konnte, namentlich wenn man hinter die gegen das Licht gehaltenen Reagenzröhrchen noch ein weisses Blatt Papier hielt.

Verschiedene Arten von Roth indessen, wie sie sich z. B. ergeben, wenn man frisches verdünntes oder schon gestandenes dunkelgewordenes und längere Zeit mit Wasser verdünntes Blut mit einander vergleicht, lassen sich leichter in grossen Quantitäten als in kleinen unterscheiden, obgleich sie einem aufmerksamen und scharfen Auge auch in kleinen Röhrchen nicht entgehen.

Einen sehr grossen Vortheil der Vergleichung kleiner Quantitäten gewährt indessen der Umstand, dass man mit ihnen weit schneller und auch sicherer in quantitativer Hinsicht operirt, daher die Versuche in weit grösserer Zahl anstellen und dadurch die Beobachtungsfehler möglichst eliminiren kann.

Ein wichtiger Umstand, der bei den meisten Fällen praktischer Anwendung der *Welker*'schen Methode zur Bestimmung der Blutmenge in Betracht kommt, ist die oben schon erwähnte Veränderung der Blutfarbe durch die Zeit und durch Wasserzusatz. Es ist bekannt, dass alles Blut durch längeres Stehen an der Luft und indem es anfängt zu faulen dunkelroth wird. Denselben Einfluss hat der Zusatz von Wasser, der sich noch mit der Veränderung durch die Zeit combiniren kann. Solches dunkelrothes Blut lässt sich in seinen Farbennüançen bei Verdünnung mit Wasser kaum mehr mit frischem verdünntem Blute und den dadurch entstehenden Nüançen vergleichen. Das dunkelgewordene Blut behält immer eine viel dunklere Farbe als frisches, auch wenn es mit viel mehr Wasser als dieses verdünnt wird. Der Unterschied tritt vorzüglich stark bei Vergleichung grösserer Flüssigkeitsmengen hervor, wie ich oben schon bemerkt habe; aber auch bei kleineren macht er sich immer durch den braunrothen Ton bemerklich, den dunkelgewordenes Blut bei Verdünnungen annimmt. — Dieser Umstand wird nun zwar bei Bestimmungen wie die gegenwärtige weniger nachtheilig, weil sowohl das zur Probe dienende Blut, als auch das ausgewaschene, den gleichen Veränderungen in seiner Farbe durch die Zeit ausgesetzt ist. Allein bei dem ausgewaschenen kommt noch die Wirkung des Wassers hinzu. Am 5ten und 6ten Tage nach der Hinrichtung war die *Welker*'sche Probe gar nicht mehr anwendbar, weil das ausgewaschene Blut viel dunklere Farbennüançen angenommen hatte, als die obgleich ebenso alte und auch dunkler gewordene, aber nicht mit Wasser versetzte Blutprobe. Es ist daher rathsam, das Auswaschen und die Vergleichung so bald als möglich zu beenden und vorzunehmen, worauf auch Dr. *Heiden-*

Digitized by Google

hain[1]) mit Recht aufmerksam macht. Vielleicht ist es auch räthlich, die Blutprobe sogleich mit einer bestimmten Menge Wasser zu versetzen.

So sehr ich indessen die hier erwähnte Schwierigkeit anerkenne, so glaube ich dennoch nicht, dass sie der Anwendung der Methode in dem vorliegenden Falle wesentlich hindernd entgegentritt. Denn die Fehler, die sich aus ihr innerhalb der in Betracht kommenden Zeit ergeben können, sind in keinem Falle so gross, als die Differenzen der Angaben der Blutmenge, um die es sich hier handelt. Zudem würde durch den erwähnten Umstand in jedem Falle das Resultat nur zu gross ausfallen können, also in keinem Falle die Zweifel unterstützen, welche man gegen die Methode, als ein zu niedriges Resultat gebend, erhoben hat, oder erheben könnte. Es handelt sich ja hier nicht um 1 oder 1½ Pfd. Blut, sondern um 10—15 Pfd. mehr oder weniger; wovon gar keine Rede sein kann.

Aehnlich verhält es sich mit der verschiedenen Färbekraft des arteriellen und venösen Blutes, deren Unterschied in der neuesten Zeit vorzüglich von Dr. *Heidenhain*[1]) genauer ermittelt und festgestellt worden ist. An und für sich unterliegt er wohl keinem Zweifel und eine Vergleichung wirklich arteriellen und venösen Blutes in ihren Verdünnungen würde zu keinem sicheren und genauen Resultate führen. Allein einmal wird dieser Unterschied überhaupt selten praktisch zur Frage kommen, da ja jedes venöse Blut, kurze Zeit nachdem es an der Luft gestanden und gar mit derselben geschüttelt worden ist, hellroth wird und sich in arterielles umwandelt, man also immer nur dessen Farbennüançen mit einander vergleicht. In unserem speciellen Falle ist aber von diesem Umstande um so weniger die Rede, als das bei der Hinrichtung ausfliessende und aufgefangene, ebenso wie das ausgewaschene, sowohl arterielles als venöses Blut ist, also beide vermischt und vereinigt zur Untersuchung kommen. Endlich, dieses Alles auch nicht berücksichtigt, würde der begangene Fehler, wenn die Blutprobe z. B. arterielles, das ausgewaschene venöses Blut wäre, noch immer unendlich viel kleiner sein, als die Differenz, um die es sich hier handelt.

Herr Dr. *Heidenhain* hat in seiner oben erwähnten Abhandlung p. 13 bemerkt, dass ich keine directen Versuche über die Genauigkeit der *Welker*'schen Methode und die Fehlergränzen in der Vergleichung verschiedener Blutmischungen angestellt habe. Er zieht alsdann die verschiedenen Zahlen der ganzen Blutmengen in Betracht, welche ich in den sechs angegebenen Versuchsreihen gewonnen, und findet, dass dieselben um 37,5 Proc. von einander abweichen. Diese Differenz erscheint ihm sehr gross und er giebt an, dass es ihm nach einiger Uebung gelungen, eine

1) Disquisitiones criticae et experiment. de sanguinis quantitate in mammal. corpore extante. Halis 1857. 4.

weit grössere Genauigkeit, nämlich bis zu einer Differenz von nur 3,25 Proc. zu erlangen.

Ich habe allerdings über die Versuche, welche ich in ersterer Beziehung angestellt, nicht berichtet, obgleich sie nicht unterblieben, so wie ich solche auch jetzt wieder angestellt habe. Die Unterscheidung ging bei mir und 5—6 anderen Personen, welche zugegen waren, unter sonst gleichen Verhältnissen, nämlich bei gleichen Blutmengen und gleicher Verdünnung, nicht so weit wie bei Hrn. Dr. *Heidenhain*. Allein bis zu 5 Proc. waren Alle bei einer 100fachen Verdünnung so ziemlich einig. Darüber hinaus entstand Unsicherheit. Es versteht sich aber von selbst, dass wenn man solche Vergleiche und Proben anstellt, alle Umstände, also namentlich die angewendete Blutmenge und die Verdünnung, einander gleich sein müssen. Wenn man das eine Mal 1 Ccm. Blut, das andere Mal 2 oder 4 Ccm., das eine Mal eine 50-, das andere Mal eine 100- oder 200- oder 400fache Verdünnung nimmt, so können die Resultate nicht wohl unter einander verglichen werden, obwohl man sie alle zur Gewinnung eines Mittels benutzen kann. Bei den sechs Versuchsreihen meiner früheren Beobachtung, deren jede wieder aus einer grösseren Anzahl einzelner Versuche hervorging, sind aber nicht gleiche Blutmengen, sondern 1, 2, 4, 5 und 10 Ccm. Blut als Probe benutzt worden, während die Verdünnung allerdings überall dieselbe, nämlich die des Waschwassers war. Ich glaube also nicht, dass die einzelnen Versuchsreihen wohl mit einander verglichen werden können, obgleich ich zugebe, dass sich eine grössere Genauigkeit erlangen lässt, und diesesmal auch wirklich erlangt worden ist.

Endlich habe ich auch noch über die Färbekraft verschiedener Blutarten von verschiedenen Menschen einige Beobachtungen gemacht und allerdings einen Unterschied gefunden. Es wurden bei dieser Gelegenheit zwei Verbrecher zugleich hingerichtet. Von beiden wurde Blut aufgefangen, allein nur einen war es möglich gewesen vor der Hinrichtung zu wiegen, auch hatte ich nicht beide zur Bestimmung der Blutmenge benutzen wollen. Aber ich verglich beide Blutproben mit einander. Ihre Färbekraft verhielt sich in einem ersten Versuch wie 1 : 1,25 in einem zweiten wie 1 : 1,12. Das erste Individuum war blond und jünger, das zweite brünet und älter. — Dieser Unterschied ist nicht unbedeutend und würde z. B. in unserem Falle fast $^3/_4$ Pfd. Blut ergeben haben. Aber auch er hat für unseren Fall keine Bedeutung, wo es sich um dasselbe Blut handelt.

Was nun den gegenwärtigen Fall betrifft, so wog der Sonnabend den 18. April d. J. hingerichtete Lettel unmittelbar vor der Execution mit seinen Kleidern 72000 Grm. Nach der Hinrichtung wog er abermals mit den Kleidern 68,530 Grm. Er hatte also bei der Hinrichtung 3470 Grm. Blut verloren. Die Kleider waren aber etwas mit Blut bespritzt. Um dessen Menge zu bestimmen, wurden die Kleider gewogen, dann das

Blut abgewaschen, die Kleider getrocknet und wieder gewogen. Die Kleider wogen mit dem Blut 4030 Grm.; gewaschen 3990 Grm. Es hingen also an denselben 40 Grm. Blut, welche also obigen 3470 Grm. zugezählt werden müssen. Der gesammte Blutverlust war also 3510 Grm. = 7 Pfd. 10 Grm. Zollgewicht. Der nackte Körper aber wog 68010 Grm. vor der Hinrichtung.

Der Rumpf wurde hierauf durch eine Carotis nach Unterbindung der anderen Carotis und der beiden Vertebrales nach dem Herzen zu mit Wasser injicirt, welches blutig durch die beiden Venae jujulares und andere Halsvenen ablief. Dabei beobachtete man, da der Körper noch ganz warm war, an allen Muskeln Zuckungen in allen ihren einzelnen Bündeln, sowie auch allgemeine Zusammenziehungen, namentlich in den Flexoren der Arme, wodurch dieselben gebeugt und gegen den Thorax angezogen wurden.

Die Menge des durch die Venen abfliessenden Wassers stand indessen in keinem Verhältniss mit der Menge des durch die Arterien eingespritzten, vielmehr trat bald eine immer stärkere Schwellung aller Theile, namentlich der Muskeln ein, wodurch dieselben ganz rigid wurden. Um den Abfluss durch die Venen zu befördern, wurden dann noch die grösseren Venen an mehreren Stellen geöffnet und so lange Wasser eingespritzt, bis dasselbe fast ungefärbt abfloss. Ebenso wurde mit dem Kopf verfahren, der auch durch eine Carotis ausgespritzt wurde.

Hierauf wurde der ganze Körper zerschnitten und alle Theile und Gebilde, namentlich Muskeln und Knochen, mit dem Hackmesser zerhackt und mit einem sogenannten Doppelwiegemesser zerkleinert. Alles zusammen kam in ein Fass und wurde mit Wasser übergossen, dem auch das ausgespritzte Blutwasser zugesetzt wurde. Nachmittags ½ 3 Uhr war Alles beendet und das Ganze wurde fleissig umgerührt. Montag früh wurde das blutige Wasser abgeseiht, nachdem das Magma tüchtig durchgeknetet worden. Hierauf wurde dasselbe nochmals mit frischem Wasser übergossen und bis Dienstag früh stehen gelassen. Alsdann wurde auch diese Flüssigkeit abgeseiht, die Weichtheile ausgepresst und ablaufen gelassen. Die erste und zweite Flüssigkeit wurden hierauf zusammengeschüttet, umgerührt und mit einem genau tarirten Gefäss gemessen. Die gesammte Waschflüssigkeit betrug 224745 Ccm., also bedeutend viel mehr als in dem früheren Falle, wo ich nur 86000 Ccm. angewendet hatte. Von diesem Waschwasser wurde sodann eine beliebige Menge filtrirt und diese hierauf zu den Proben benutzt.

Bei der Hinrichtung waren 56,88 Grm. Blut aufgefangen und mit ein paar reinen Kieselsteinen geschüttelt worden. Das filtrirte Blut mass 53,9 Ccm.; der Faserstoff wurde mit ebensoviel Wasser ausgewaschen und bei den Proben dem Blute ebenso viel zugesetzt, als man von demselben in Anwendung setzte.

Die nachfolgenden Proben wurden von meinem Assistenten Hrn. Dr.

Digitized by Google

Voit mit der grössten Sorgfalt und Zuverlässigkeit unter Assistenz noch einer zweiten Person und stets so ausgeführt, dass die Bürette, aus der das Wasser zufloss, verdeckt war. Die Vergleichung der Farben geschah bei durchfallendem Lichte bei Haltung gegen das Fenster in zwei gewöhnlichen Reagenzgläsern von möglichst gleicher Glasfärbung und Durchmesser, und indem ein Stück weisses Papier hinter die Gläser gehalten wurde.

In den vier ersten Versuchsreihen wurde stets so verfahren, dass 1, 2, 3 etc. Ccm. Blut, denen 1, 2, 3 Ccm. der Waschflüssigkeit des Faserstoffs zugesetzt wurden, zuerst mit einer bestimmten Menge Wasser verdünnt wurden. Von diesem verdünnten Blute wurden alsdann 1, 2, 3 etc. Ccm. genommen und diesem in einem Reagenzgläschen aus einer Bürette so viel Wasser zugesetzt, bis die Mischung die Färbung des Waschwassers des Körpers hatte. In dem 5—9ten Versuche wurde bestimmten Mengen Blut direct so viel Wasser zugesetzt, bis die Färbung der des Waschwassers gleich kam. Bei der ersten Methode operirt man begreiflich mit kleinen, bei der zweiten mit grossen Mengen. Ich habe über die Vortheile beider schon oben gesprochen.

I. 1 Ccm. Blut + 1 Ccm. Waschwasser des Faserstoffs + 10 Ccm. Wasser; also in 12 Ccm. 1 Ccm. Blut. Davon braucht

Zahl d. Ccm. verdünnten Blutes	Fernere Verdünnung mit Wasser	also kommen auf 1 Ccm. Blut Wasser	Folglich in dem Gesammtwaschwasser an Blut	
			Ccm.	Grm. *)
1	14,5	174	1291	1355
1	15,2	182	1232	1294
2	30,2	181	1240	1302

II. 2 Ccm. Blut + 2 Ccm. Faserstoffwaschwasser + 30 Ccm. Wasser; also in 34 Ccm. 2 Ccm. Blut.

1	10,5	178	1259	1322
1	10,2	173	1296	1361
2	20,0	170	1332	1388
2	20,6	171	1283	1347
3	31,0	175	1283	1347
3	30,4	172	1309	1374
4	39,6	168	1339	1402
4	42,4	180	1247	1309
5	50,1	170	1318	1384
5	49,5	168	1335	1402

*) Das spec. Gewicht des Blutes ist zu 1050 angenommen worden.

III. 3 Ccm. Blut + 3 Ccm. Faserstoffwaschwasser + 60 Ccm. Wasser; also in 66 Ccm. 3 Ccm. Blut. Davon brauchen

Zahl d. Ccm. verdünnten Blutes	Fernere Verdünnung mit Wasser	also kommen auf 1 Ccm. Blut Wasser	Folglich in d. Gesammtwaschwasser an Blut	
			Ccm.	Grm.
1	8,0	176	1277	1341
1	7,9	174	1292	1357
2	16,4	180	1248	1310
2	15,9	175	1284	1348
3	22,6	166	1354	1422
3	22,4	164	1370	1438
25	189,5	167	1346	1413
25	196,5	173	1299	1364

IV. 5 Ccm. Blut + 5 Ccm. Faserstoffwaschwasser + 150 Ccm. Wasser; also in 160 Ccm. 5 Ccm. Blut. Davon brauchen

1	5,6	179	1255	1318
1	5,9	189	1189	1248
2	11,5	184	1221	1282
2	11,1	178	1263	1326
5	27,1	173	1299	1364
5	28,1	180	1248	1310
10	53,8	172	1307	1372
10	55,1	176	1277	1341
20	108,3	173	1299	1364
30	155,1	165	1362	1430
50	270,0	173	1299	1364

V. 1 Ccm. Blut + 1 Ccm. Faserstoffwaschw. brauchen Wasser 181,2 . . .	183	1228	1289
VI. 2 Ccm. Blut + 2 Ccm. Faserstoffwaschw. brauchen 345,8 Wasser	175	1284	1348
VII. 3 Ccm. Blut + 3 Ccm. Faserstoffwaschw. brauchen 502,5 Wasser . . .	179	1255	1318
VIII. 6 Ccm. Blut + 6 Ccm. Faserstoffwaschw. brauchen 809 Wasser	180	1248	1310
IX. 10 Ccm. Blut + 10 Ccm. Faserstoffwaschw. brauchen 1780 Wasser . .	180	1248	1310
		Mittel	1348

Digitized by Google

Da die höchste gefundene Zahl 1438 Grm., die niedrigste 1248 beträgt, so ergiebt sich allerdings eine Differenz von 190 Grm. Bei der grossen Zahl der angestellten Versuche kann man aber wohl mit vollem Recht annehmen, dass die Wahrheit in der Mittelzahl liegt.

Da nun der Blutverlust bei der Hinrichtung betrug	3510 Grm.
und durch die Auswaschung erhalten wurde	1348 -
so betrug die ganze Blutmenge	4858 Grm.

also fast 9¾ Pfd. Blut und bei einem Körpergewicht von 68010 Grm. genau $\frac{1}{14}$ des Körpergewichtes.

Dieses Resultat stimmt auf eine auffallende Weise mit dem früher erhaltenen überein, wo die Blutmenge ebenfalls beinah 9¾ Pfd. und etwas mehr als $\frac{1}{13}$ des Körpergewichtes betrug. Ich will bei dieser Gelegenheit bemerken, dass Hr. Dr. *Walter* in Freiburg ganz richtig einen Fehler in meiner früheren Rechnung entdeckt hat. Die Menge des Blutes, welches damals in den Kleidern sich befand, war nicht 291 Grm., sondern 388; der ganze Blutverlust bei der Hinrichtung betrug danach damals 3888 Grm., und mit dem ausgewaschenen Blute 4872 Grm. = beinah 9¾ Pfd.

In Beziehung auf den Blutverlust durch die Enthauptung kann ich auch noch einen dritten Fall hinzufügen, den ich leider nicht zur Bestimmung der ganzen Blutmenge benutzen konnte, weil es nicht glückte, eine Blutprobe zu erhalten. — Der nackte Körper des damals Hingerichteten wog 63960 Grm. und der Blutverlust bei der Hinrichtung 3600 Grm. = 7 Pfd. 100 Grm. Nach diesen drei Erfahrungen lässt sich also wohl mit ziemlicher Sicherheit behaupten, dass ein Mensch von 125 bis 135 Pfd. Körpergewicht 7—7¼ Pfd. Blut bei der Enthauptung verliert und etwa 2½ Pfd. Blut noch im Körper zurückbleiben.

Es wäre jetzt wohl noch eine Beobachtung bei einem weiblichen Individuum wünschenswerth.

München, den 10. Mai 1857.

Helminthologische Bemerkungen aus einem Sendschreiben an C. Th. v. Siebold.

Von

Guldo Wagener in Berlin.

Mit Tafel V. VI.

Die Arbeit, welche ich der Haarlemmer Gesellschaft am 1. Jan. 1855 vorzulegen die Ehre hatte, behandelt namentlich die auf die Entwicklungsgeschichte der Trematoden bezüglichen Fragen.

Die Entwicklung der Tetrarhynchen und der Cestoden im Allgemeinen ist ein Auszug aus meiner damals noch ungedruckten Abhandlung: »die Entwicklung der Cestoden nach eignen Untersuchungen.« Schematische Darstellungen meiner Untersuchungen sind dem Auszuge angehängt, und die Aehnlichkeiten der verschiedenen Gattungen in den Jugendformen besonders hervorgehoben.

Die trotz grösstmöglichster Kürze in der Darstellung doch durch die grosse Menge der zu berücksichtigenden Formen etwas umfangreich gewordene Arbeit ist in den Händen des Druckers. Wann sie indess erscheinen wird, ist mir unbekannt.

Ich erlaube mir deshalb, Ihnen die Resultate kurz mit unwesentlich Neuem vorzulegen. Alle beigefügten Figuren, eine einzige vielleicht ausgenommen (Fig. 4), sind nicht in der Preisschrift enthalten.

Herr Prof. *de Filippi* war so freundlich, seinem bekannten 2ten Memoire pour servir à l'hist. genet. d. Tremat. eine briefliche Mittheilung von mir anzufügen, welche die Hauptsachen meiner Haarlemmer Schrift enthält.

Diese Anzeige ist noch kürzer als die Mittheilungen, welche die Jahrgänge 1852—54 der Vossischen Zeitung von den Sitzungen der Berlinischen Gesellschaft naturforschender Freunde geben.

Von den Cestoden möchte Folgendes bemerkenswerth sein.

In der Leibeshöhle von Nais elinguis fand ich einen an den 6 Haken zu erkennenden freien Cestodenembryo, der ganz aus gekernten Zellen bestand.

Seine Länge war dem Querdurchmesser der Naide fast gleich; seine Breite betrug fast ein Drittel desselben.

Die Zellen hatten häufig biscuitförmige Kerne. Die also wohl durch Zellentheilung sich vermehrenden Zellen waren von einer gemeinschaftlichen Haut umschlossen.

Der Embryo von Dibothrium rugosum aus Gadus Lota zeigt schon im Eie ein ähnliches Verhalten (der Embryo aus Nais ist durch seine Haken von dem des Dibothrium wesentlich verschieden).

Fig. 10—12 der Embryo von Dibothr. rugosum.

Fig. 10 der Embryo 660mal vergrössert. Die Zellen zeigten keine deutlichen Kerne. Der Embryo bewegte sich.

Fig. 11 die Haken des Embryo 1300mal vergr.

a das mittlere Paar.

b u. *c* die beiden seitlichen Paare.

Fig. 12 derselbe Embryo noch im Eie 500mal vergr.

e die dicke äussere Eischale.

f eine bei allen reifen Eiern vorkommende deckelartige Verdickung der Eischalenmasse — die kleineren unentwickelten Eier, in deren Centrum man häufig einen Kern und Kernkörper wahrnimmt, haben an dem einen Pol eine kleine Spitze an der Stelle der deckelartigen Verdickung.

e'' die 2te faltige dünnere Eihaut. Sie umschliesst unmittelbar den Embryo.

Zwischen ihr und der äusseren befinden sich immer fetttropfenartige Gebilde. —

Bei Triaenophorus und Caryophyllaeus habe ich häufig zellenartige Zeichnungen unter der structurlosen Haut auf der Oberfläche der Thiere gefunden.

Bei letzterem sah ich kernartige Gebilde, welche in den Zellen enthalten zu sein schienen.

Es ist leicht, die Zellen des Embryo mit diesen Thatsachen sich in Verbindung zu denken.

Wie bei Triaenophorus, Taenia osculata etc. so münden auch bei Dibothrium rugosum die Gefässe seitlich aus.

Der pulsirende Schlauch dieses Schmarotzers ist inwendig mit kurzen Zotten besetzt.

Leuckart, der die seitlichen Gefässmündungen auch bei T. serrata gesehn, äussert sich in seiner Schrift »die Blasenbandwürmer und ihre Entwicklung« pag. 135 folgendermaassen: »Die übrigen Veränderungen unsrer Blasenbandwürmer betreffen ausschliesslich den sog. Kopf, dessen

erste Anlage und Entwicklung wir schon pag. 129 verfolgt haben. Wir wissen, dass dieses Gebilde in der 4ten Woche nach der Fütterung als ein hohler Zapfen von dem vorderen Pole des Wurmkörpers in den Innenraum desselben hineinhängt (Tab. III, Fig. 6, 7). — (Vergl. »die Entwicklung der Cestoden nach eignen Untersuchungen« von mir Tab. VI, Fig. 71 u. 72 von Cyst. fasciolaris, ferner Tab. IV, Fig. 44 u. Fig. 41 von der 2ten cysticercen schon von *Joh. Müller* gesehenen Echinococcenform). — Mit dem späteren Bandwurmkopfe hat dieses Gebilde einstweilen noch nicht die geringste Aehnlichkeit. Man könnte deshalb denn auch — besonders mit Rücksicht auf die *Stein*'sche Darstellung von der Entwicklung des Cysticercus Arionis pag. 119 — vielleicht vermuthen, dass dasselbe nicht eigentlich den späteren Kopf unsres Wurmes, sondern bloss die Scheide dieses Kopfes — den späteren Mittelkörper oder Bandwurmhals repräsentire. Es scheint auch wirklich, als ob den Helminthologen, die sich mit der Entwicklungsgeschichte unsrer Cestoden bisher befassten, eine solche Ansicht vorgeschwebt habe. So lässt unter Anderen *von Siebold* (Band- und Blasenwürmer S. 47 u. 63) den Kopf der Cestoden erst nachträglich im Innern des Zapfens entstehen und vom Boden desselben der Scheitelöffnung entgegenwachsen, wie es etwa unsre Abbildung Fig. 12, Taf. III veranschaulicht. Auch *Wagener* giebt an (l. c. pag. 41), dass sich der Boden dieses Zapfens zum Zwecke der Kopfbildung »emporhebe«.

Doch alle diese Angaben und Vermuthungen sind — für unsre Blasenbandwürmer wenigstens — unrichtig. Der Kopf der Cysticercen entsteht nicht erst durch eine Neubildung im Innern jenes hohlen Zapfens, sondern durch eine einfache Metamorphose desselben. Der Zapfen mit seinem flaschenförmigen Hohlraume ist bereits, wie wir oben andeuteten, als erste Anlage des Bandwurmkopfes zu betrachten; er ist der einstweilen freilich nur unvollständig entwickelte Bandwurmkopf. Aber nicht bloss die unvollständige Entwicklung ist es, die diesen Zapfen von dem späteren Bandwurmkopfe unterscheidet und die Erkenntniss von der wahren Natur desselben erschwert, sondern namentlich auch der Umstand, dass diese erste Anlage des Kopfes eine ganz andre und abweichende Haltung hat. Die spätere äussere Fläche des Kopfes erscheint einstweilen als die innere; die helle und structurlose Haut, die den flaschenförmigen Hohlraum des Kopfzapfens auskleidet und in die Oberhaut der Cysticercusblase übergeht, wie wir oben (S. 130) gesehen haben, ist die Epidermis des Kopfes. Es ist, als wenn der Kopf des Cysticercus — den man nur irrthümlicher Weise von Anfang an als einen soliden Körpertheil betrachtet — nach innen in die Schwanzblase hineingestülpt wäre.

Steinbuch, der Verfasser der bekannten »Beiträge zur Physiologie der Sinne« hat 1802 eine Schrift veröffentlicht, betitelt: de Taenia hydatigena anomala Commentatio c. tab. aen. In dieser Schrift, welche eine ebenso

weitläufige wie genaue Darstellung der Gestalt des Cystic. cellulosae sowohl im ein- als ausgestülpten Zustande giebt, und in welcher erst sehr richtig, umständlich und klar das Verhalten des Kopfes und Halses zur Schwanzblase im Allgemeinen mit Berücksichtigung aller Verhältnisse geschildert und sodann eine genaue Auseinandersetzung der zur Ausstülpung des Kopfes nöthigen Handgriffe gegeben wird, bei welcher alle dabei stattfindenden Ereignisse und sichtbar werdenden Körpertheile des Cysticercenkopfes genau aufgeführt werden, lässt sich *Steinbuch* pag. 17 u. folg. ungefähr so aus: »Aus dieser Darstellung geht hervor, dass das Thier ebenso aus sich selbst hervortritt, wie z. B. der Tentakel der Schnecke, der in sich gekehrt und zurückgezogen durch Umkehren aus sich selbst hervortritt. Dann erst tritt der der Oeffnung zunächstliegende Theil, dann der darauffolgende und endlich der Hals an das Tageslicht. — Dass aber der Wurm, wenn er freiwillig herauskommt, den Kopf zuerst herausstreckt und die diesem zunächstliegenden Theile der Bewegung folgen, also unsrer Beschreibung (NB. bei dem mit den Fingern bewirkten Hervorstülpen des Kopfes) entgegengesetzt, versteht sich von selbst. Denn zuerst kommt der Kopf, der in der Körperhöhle steckt, und der Hals hervor, dem beim Umwenden der nächste Körpertheil zum Rande der Oeffnung allmälig folgt. Die Umwendung schreitet also allmälig vom Halse anfangend vor bis zur besprochenen Extremität.«

Am Schlusse der Auseinandersetzung pag. 36 heisst es: »Aus dem Gesagten geht hervor, dass der Körper des Thieres in der Ruhe in sich selbst umgestülpt und zurückgezogen ist, dass der Hinterkopf vom Vorderkopf (d. h. dem rüsseltragenden Vordertheile) erfüllt und in der beschriebenen nicht umgestülpten Lage von den ihm zunächstliegenden Halstheilen umschlossen daliegt. Hierdurch wird endlich das kuglige Körperchen, was in der Schwanzblase liegt, gebildet.«

Steinbuch handelt von pag. 7—36 nur von den verschiedenen Formen, welche Cystic. cellulosae in seinen verschiednen Contractionszuständen annimmt.

Meiner Dissertation sowohl als auch meiner in den Leopoldinischen Acten sich befindenden Arbeit liegt die *Steinbuch*'sche Dissertation zu Grunde.

Eine umfangreiche Arbeit eines *Steinbuch* als bekannt vorauszusetzen, erschien erlaubt.

Wenn man jetzt in Betracht zieht, wie ich bei Echinococcus hervorhebe, dass es zweierlei Arten von Echinococcenköpfen giebt: die eine mit nach dem Centrum der Blase gerichteten Hakenkränzen, die andre mit nach der Peripherie derselben gerichteten Rüsseln, welche beim Ausstülpen die Blase durchbohren müssen: so wird das von *Leuckart* gebrauchte Citat pag. 41 meiner Arbeit: »Um diesen (sc. in die Höhe gehobenen Kopfsackboden) bildet sich ein Ring, ganz wie bei den Echinococcen«,

Digitized by Google

nebst den in dem Cap. von Echinococcus pag. 35 stehenden Worten: »die freie Spitze (sc. der Knospe) umgiebt sich mit einem dicken Ringe. Erstere wird der Rüssel, letzterer seine Scheide.« allein über meine von meinen Untersuchungen bedingte Vorstellung Auskunft geben. — Nimmt man noch meine Figuren, deren Erklärung und die auf die Blasenbandwürmer bezüglichen Aeusserungen in meiner Arbeit hinzu, so ist es klar, dass die von *Leuckart* gegebne Darstellung sich auch hier bereits vorfindet.

Folgende Thatsachen von den Echinorhynchen möchten für Sie Interesse haben.

Die schon im Eie sich bewegenden jungen Echinorhynchen haben bei allen Species dieselbe Gestalt.

Sie haben alle über den ganzen Leib regelmässig aufgestellte Stacheln, welche je nach der Species grösser oder kleiner sind.

Durch Pressen der reifen Eier gelingt es häufig, die Embryonen mit ausgestrecktem in den Hals etwas zurückgezogenem Halse zu erhalten. Sie haben dann eine unverkennbare äussere Aehnlichkeit mit ihren Eltern.

Die Kopfbewaffnung der Jungen ist bei den verschiednen Species verschieden.

Vier Verschiedenheiten derselben sind bis jetzt beobachtet.

1) Jederseits am Kopfporus befindet sich ein Paar grosser Haken. Ech. polymorphus und gigas. (Bei letzterem haben Sie sie zuerst gesehn).

2) Jederseits des Porus findet sich nur Ein grosser Haken. Ech. acus. Beide Arten haben aber ausserdem mehrere Reihen von grösseren Stacheln als die des Leibes um den Kopf.

Die 3te Art hat die Kopfstachelreihen ohne die grossen Haken (Ech. filicollis? Rud.).

Die 4te Art wie Ech. tuberosus und transversus hat keine besonders ausgezeichneten Haken oder Stacheln am Kopfe.

Fig. **13** Ei von Ech. polymorphus (Int. Anas boschas) mit einem reifen Embryo 660mal vergr.

e' die äusserste durchsichtige Eischale.

e'' die 2te dicke anscheinend aus zwei Lagen bestehende Schale, deren innere mit *e'''* bezeichnet ist.

Es zeichnet sich die Schale *e''* durch eine Menge feiner schwer zu bemerkender Grübchen aus, welche sich an demselben Orte auch bei Ech. tuberosus-Eiern finden. Bei Ech. gigas ist diese Zeichnung so eigenthümlich, dass der Anschein bei schwachen Vergrösserungen entsteht, als sei die Eihülle mit Zotten besetzt.

e'''' ist die innerste feine Hülle dicht am Embryo.

Sie besitzt bei diesem Echinorhynchen die Eigenthümlichkeit, bei längerem Liegen im Wasser sich in viereckige oder ovale Scheiben zu tren-

nen, welche sich später ganz auflösen. Etwas Aehnliches sah ich an den Eiern von Ech. filicollis (s. Fig. 16 *e'''*).

a Eine Grube in Form eines Schlitzes, welche ich bis jetzt bei keinem Echinorhynchusembryo vermisste. Sie erinnert an den von älteren Schriftstellern schon angegebnen Kopfporus der erwachsnen Echinorhynchen.

Die Grube *a* scheint mit dem Sacke *q* in Verbindung zu stehen. Unter dem Sacke *q* findet sich ein mit *d* bezeichneter Körnerklumpen, welchen Sie als Dotterüberrest auffassen.

u sind die grossen Haken am Kopfe.

u' die Reihen grösserer Spitzen.

Unter ihnen fangen die feineren Körperhäkchen oder Spitzen an.

Fig. 13*a* *u* einer der grossen Kopfhaken sehr stark vergrössert.

Fig. 14 der Kopftheil des Embryo sehr stark vergrössert.

Die Bezeichnung wie vorhin in Fig. 13. Man sieht den Sack *q* mit dem dicht darunter sich befindenden Körnchenballen *d*.

Fig. 15 der von den Eihüllen befreite Embryo von Ech. filicollis Rud.? 760mal vergr.

Ich fand diesen Echinorhynchus sehr häufig mit dem Ech. polymorphus in grossen Schaaren im Darme von Enten hiesigen Marktes, desgl. in Enten aus der Provinz Posen. — Die Verschiedenheit beider Species spricht sich hinlänglich im Eie aus.

Dieser Embryo hat nur die Kopfreihen grösserer hakenartiger Spitzen *u'*.

Man kann an ihm eine äussere Haut *o* und eine ihr anliegende innere Schicht *o'* unterscheiden, welche eine Leibeshöhle begrenzt.

In der Leibeshöhle sieht man einen Körnerklumpen *d* und zwei aus Körnern bestehende lange Körper *p*, welche lebhaft an die Lemnisken der erwachsenen Krätzer erinnert.

a ist die auf dem schräg abgestutzten Scheitel liegende Grube oder Schlitz.

Fig. 16 der im Eie noch liegende Embryo von der Seite gesehn.

a der in einer Grube liegende Schlitz.

e'—e''' die verschiednen Eihäute.

y Falten in der äussersten derselben.

Sie fanden, dass, wenn die spindelförmigen Eier verschiedner Echinorhynchen zerdrückt werden, so scheint die äusserste Eihaut aus feinen Fäden zu bestehen.

Ich habe diese Thatsache sehr häufig gesehn, glaube aber diese Fäden für Falten halten zu müssen.

Um sich Präparate von Echinorhynchen-Embryonen zu machen, braucht man sie nur eintrocknen zu lassen. Ich habe auf diese Weise sehr schön Eier mit Embryonen von Ech. gigas fast 2 Jahre hindurch mir erhalten.

Digitized by Google

Fig. 17 der Kopf von Ech. tuberosus ungefähr 6mal vergr.

u die Kopfhaken.

Jede Echinorhynchenspecies hat verschieden gestaltete Haken, deren Form allein schon hinreicht, in den meisten Fällen über die Species zu entscheiden; da die Haken der Echinorhynchen sehr gross, stark und zahlreich und ein wesentliches Merkmal für diese Klasse von Helminthen sind, ferner diese Thiere selten vereinzelt vorkommen, so ist es wohl möglich, in Koprolithen sowohl als auch in dem die Bauchhöhle fossiler Fische ausfüllenden Gesteine auch diese Klasse von Eingeweidewürmern fossil vertreten zu finden.

o die äussere Haut.

p die Lemmisken mit den eigenthümlichen zellenartigen Räumen *o'''*, in deren klarem Inhalte eines oder mehrere ovale kernartige Gebilde sich finden.

Ech. tuberosus ist bis jetzt der einzige Kratzer, bei welchem ich dieselben Räume auch unter der äusseren Haut fand. Bei Ech. gigas und einigen anderen sind diese Räume mit ihren Kernen schon länger bekannt.

z der von Ihnen entdeckte ganglionartige Zellenhaufen im Grunde der Rüsselscheide.

Die Zellen, welche seine Bestandtheile ausmachen, haben Kern und Kernkörper und senden von ihrer Peripherie einen oder mehrere Fäden ab, welche sich verzweigen. Ich konnte jederseits in der inneren Muskelschicht 2 der Rüsselscheide ein Bündel Fäden vom Ganglion ausgehend verfolgen, welche Zweige mit sich sparsam verzweigenden Fäden nach den Seiten hin abgaben.

Am Halse liessen sich die feinen Seitenbündel nicht weiter sehen.

q Eine Art Sack oder Zapfen, welcher öfters sehr stark gelb gefärbt war und fetttropfenartige Gebilde enthielt.

Bei den Embryonen dieses Kratzers findet sich ebenfalls ein deutlicher mit dem Schlitze des Kopfscheitels zusammenhängender Sack. Man kann *q* als Rudiment dieses embryonalen Organes auffassen.

1 äussere Schicht der Rüsselscheide.

2 innere Schicht derselben.

3 der Retractor proboscidis,

von ihm wird *q* und *z* umschlossen.

Er durchbricht den Grund der Rüsselscheide und tritt als Lig. suspensorium 5 und als die beiden Retinacula 4 hervor, welche letztere sich in die Muskelwand des Leibes inseriren.

5 die äussere Muskelschicht der Leibeswand.

5'' die innere.

Digitized by Google

Fig. 18 die dicht unter der Haut von Ech. angustatus liegende Schicht von blasig körniger Masse mit den darin sich befindenden Zellen 415mal vergr.

o die äussere Haut.

o''' die Zellen.

Fig. 19 eine solche Zelle 660mal vergr.

o''' der hier wie sich abschnürend erscheinende Kern.

Die Zellenwand ist doppelt conturirt. Man findet in den einzelnen Zellen den Kern in allen Formen der Theilung und in einer Vervielfältigung, welche die Zahl 6 erreicht.

In Ech. polymorphus und filicollis sind auch die ganzen Lemnisken mit solchen Zellen erfüllt.

Ihre Bedeutung ist völlig räthselhaft. Aus dem schon Gesagten geht hervor, dass Haut und Lemnisken bei den Echinorhynchen in Bezug auf innere Structur sich sehr nahe stehen.

Fig. 20 die Rüsselscheide von Ech. acus aus Platessa Flesus etwas gedrückt 60mal vergr.

Die feine schräge Linirung deutet die Maschen der Muskelfasernetze an.

1 u. 2 Schichten des Organes.

3 der Retractor des Rüssels.

4 die von ihm entspringenden, die Wandungen der Scheide durchbohrenden hohlen Retinacula.

5 das von dem Retractor entspringende Lig. suspensorium, was die Schichten der Rüsselscheide durchsetzt.

Z das Nervensystem, was innerhalb des Retractor liegt und durch den Druck etwas hinaufgeschoben ist.

Fig. 21 die Uterusglocke von Ech. acus, hintere Ansicht; schwach vergrössert.

Fig. 22 die Uterusglocke von vorn angesehen; 100mal vergr.

NB. in beiden Figuren bedeuten dieselben Buchstaben und Zahlen dasselbe.

Die Linie mit den zwei Pfeilspitzen bedeutet, dass das von ihr eingefasste Eileiterstück dreimal genommen die Länge desselben bei 100-maliger Vergrösserung giebt.

Fig. 23 der untere Theil des Eileiters mit den ihm anhängenden Organen.

5 das aus der Uterusglocke hervorragende hohle Lig. suspensorium.

5' der im Grunde der Glocke sich anheftende zum Halbcanal gespaltne Theil des Lig. suspensorium.

6' in der hinteren Glockenwand anscheinend liegende, in ihrem Innern eine klare Zelle enthaltende Wülste von bis jetzt unbekannter Bedeutung.

Digitized by Google

6'' seitliche Wülste mit ebensolchen Zellen.

6''' untere körnige Wülste mit ebensolchen Zellen.

7 fasriger häufig durch Körnchen ganz verdunkelter Stiel des Glockenapparates, welchen das obere Ende des Eileiters umfasst.

8 seitliche Taschen aus deutlichen Muskelfasern bestehend, deren Höhlung mit der der Glocke communicirt.

9 die Höhlung der Glocke, welche durch das grosse Loch 16 mit der Leibeshöhle wiederum in Verbindung steht, wie Sie nachgewiesen haben.

10 der untere Theil des Eileiters.

e ein darin befindliches Ei.

11 fasriger meist mit Körnchen durchsetzter Fortsatz, welcher von unten aus der mit 14 bezeichneten Anschwellung herkommt.

12 die vier ersten Anschwellungen des Eileiters, worin wieder klare Zellen mit 6 bezeichnet zu sehen.

13 zweite Anschwellung des Eileiters, das ihn durchbohrende Loch ist mit der in 11 schon bezeichneten körnigfasrigendunklen Masse ausgekleidet.

Der übrige centrale Theil der Anschwellung ist durchsichtig und enthält eine an gewisse Fettkrystalle erinnernde radiale Zeichnung.

14 die dritte Anschwellung mit der körnig fasrigen dunklen Masse 11, um welche Zellen gruppirt sind 6, welche von *Henle* entdeckt und für Ganglien erklärt wurden.

16 die untere Glockenöffnung (s. oben unter 9), deren hintere Wand zwei Wülste mit Kern bilden 15.

17 die Geschlechtsöffnung am Körper.

Ich habe öfters an dieser Oeffnung das namentlich von *Cloquet* und Ihnen erwähnte Gebilde haften gefunden, welches wohl, wie Sie aus der Form schlossen, von der Begattung herrührt, indem man in ihr den Abdruck der Schwanzglockenhöhlung des Männchens erkennen kann. Beim Männchen habe ich durch die beiden, neben der Penisspitze mündenden Blasen den Inhalt der sechs keulenförmigen dunklen Gebilde hindurchtreiben können, während die Samenthiere aus der Penisspitze flossen.

Ein Weibchen, von dem dieser Kitt sich während der Beobachtung ablöste, zeigte an der Lösungsstelle einen herausfliessenden Strom von Samenthieren. Später habe ich diese Beobachtung wiederholen können.

Bei einem anderen Weibchen glaube ich auch Samenthiere innerhalb der Bauchhöhle gesehn zu haben. Leider bewegten sie die lockigen und nicht von ächten Samenthieren zu unterscheidenden zahlreichen Fäden nicht.

Ueber die Bildung der Eier kann ich Ihnen trotz vielfacher Mühen nichts Gewisses melden.

Zu gewissen Jahreszeiten kommen im Lig. suspens. schöne grosse Zellen vor, mit doppelt conturirter Haut, Kern und Kernkörper versehen

Diese findet man später mit blasigkörniger Masse angefüllt, während der Kernkörper sich dem Anscheine nach durch Theilung vervielfältigt. Zuweilen erscheint die Zelle selbst noch klar, während der Kern mit jener Masse gefüllt erscheint.

Nachher sieht man von der ehemaligen Zelle weiter nichts mehr als die Haut, welche eine körnige, viele sehr schwer sichtbare Kerne enthaltende Masse umschliesst.

In dieser Masse sieht man im günstigsten Falle noch eine auf den Kern der ursprünglichen Zelle vielleicht zu beziehende Abtheilung.

Jetzt erscheint der Haufen platt und mit vielen Buckeln versehen.

In diesem Zustande findet man ihn noch allseitig vom Lig. suspensorium umschlossen. In seiner Nähe sind viele Körnchen abgelagert. Das Lig. suspensorium ist durch ihn aufgetrieben.

Bei Ech. gigas, dessen platte Eierhaufen eine starke Lage von Fetttropfen überzieht, sah ich diese Scheiben aus dem Ligament mit der Spitze hervorragen und zwar aus einer dem Durchmesser des Eierhaufens durchaus nicht entsprechenden kleinen Oeffnung.

Man findet, je mehr der Eierhaufen gebildet wurden, schliesslich das ganze Band so durchlöchert und zerfetzt, dass die sonst so leicht zu bewirkende Isolirung desselben ohne Zerreissung nicht mehr möglich ist.

Im weiteren Verlaufe ist gewöhnlich statt des festen Lig. suspensorium eine nur schleimige Masse von unbestimmt faseriger Structur vorhanden, deren Ansatz in der Glocke und an dem Grunde der Rüsselscheide ganz von Fetttröpfchen durchwirkt ist. Der leiseste Druck reicht hin, diese Ansätze zu zerstören.

Diese Ihnen hier im Zusammenhange vorgetragenen Beobachtungen stimmen genau mit der von Ihnen ausgesprochnen Vermuthung, dass die Eierhaufenbildung im Lig. suspensorium stattfindet.

Dujardin behauptet dagegen, sie fände an den Körperwänden der Echinorhynchen statt.

Es scheint auch dieses in gewisser Beziehung richtig zu sein, da z. B. bei Echinorh. gigas das Lig. suspensorium oft nur mit Gewalt von der Körperwand sich trennen lässt.

Es liessen durch dieses Factum beide Meinungen sich wohl vereinigen.

Der weitere Verlauf der Entwicklung der Eier ist bekannter.

Der Rand der Scheiben unterliegt einer Art von Furchung. Die daraus entstehenden Kugeln sondern sich. Hie und da umgiebt eine Haut diese Gebilde. Sie ziehen sich in die Länge und fallen, die allgemeine Hülle der Scheibe durchbrechend, heraus.

In manchen dieser nur mit Einer feinen Haut umkleideten jungen Eier sah ich einen Kern und Kernkörper in dem feinkörnigen schwach lichtbrechenden Dotter. Ob es ein Keimbläschen ist, weiss ich nicht.

Digitized by Google

Der Dotter fängt jetzt an sich in 2, dann in 4 u. s. w. Theile zu theilen.

Zwischen ihm und der ursprünglichen Haut lagert eine anfangs weiche verschwimmend conturirte Haut sich ab.

Diese wird zur 2ten Haut, welcher bald die 3te oder auch wie bei Ech. gigas eine 4te folgt.

Zuletzt besteht der Embryo ganz aus Bläschen. Seine Organe werden bald sichtbar.

Das Ei sowohl wie sein Inhalt haben sich bei diesen Vorgängen merklich vergrössert.

Ich hätte jetzt Einiges über die Entwicklung der Trematoden zu bemerken.

Ueber Aspidogaster stellten Sie im Jahresberichte 1843 pag. 327 in *Wiegmann's* Archiv eine Vermuthung auf, welche *Dujardin*, ohne sie zu kennen, wiederholte. *Aubert's* Arbeit führte diesen Gedanken weiter aus, so dass nur noch geringe Zweifel in der Erkenntniss der Genese dieses Thieres übrig sind.

Dieser letzteren Arbeit füge ich nur noch eine Kleinigkeit hinzu.

Im jungen Aspidogaster sieht man zwei Blindschläuche, der eine weitere steht mit dem Kopfnapfe, der schmälere ebenso lange aber steht mit dem gezipfelten Napfe in Verbindung. — Letzteren Sack auf das Excretionsorgan zu beziehen ist natürlich. Doch ist der Stamm desselben im erwachsenen Thiere sehr kurz.

In Betreff des Gyrodactylus elegans habe ich die Kenntniss um Nichts fördern können. Ich habe das, was Sie schon gebracht hatten, nur bestätigt, wenn es dessen überhaupt bedurft hätte.

Dactylogyrus hat eine direkte Entwicklung. Er besitzt einen Hoden, einen Keimstock oder nach *Aubert* vielleicht besser einen Eierstock, Dotterstock, einen sehr kurzen Eiergang, dessen Ausmündung mit einer Samenblase und den wohl als Penis fungirenden Bauchhaken versehen ist.

Neben diesen befindet sich noch ein Sack, der bei Polystoma und Tristoma ebenfalls an ähnlicher Stelle vorkommt.

Van Beneden bildet ihn Fig. 2 *l* von Onchocotyle borealis (Bulletin de l'Acad. royale de Bruxelles Tom. XX. No. 9) ohne weitere Angabe ab.

Der Sack enthält eine klare zähe Masse.

Bei Polystoma Scymni spinosi mihi mündet er mit Dotter- und Eierstock und Samenblase zusammen.

Bei Tristoma papillosum und coccineum mündet dieser Sack mit besonderer Oeffnung aus.

Die Eier von Dactylogyrus besitzen in den meisten Fällen einen kurzen Stiel, der bei der ohne Dotterfurchung verlaufenden Entwicklung zu verstreichen scheint.

Digitized by Google

Die Eier werden an die Kiemen der Fische gelegt. Dort findet man sie zuweilen mit einer Art Cyste umgeben.

Bei den Dactylogyren von Meerfischen hat das Ei zuweilen einen längeren Stiel, welcher mit 3 quirlartig gestellten Spitzen endet. s. Fig. 8 *v*.

Mir sind bis jetzt ungefähr 14 Dactylogyrusarten bekannt, die namentlich durch die Haken der Schwanzscheibe und des Bauches von einander unterschieden sind.

Von Gyrodactylus sind sie durch Stellung der grossen Haken auf der Schwanzscheibe sogleich zu unterscheiden, indem

Gyrodactylus die Hakenspitzen der Bauchseite zukehrt, Dactylogyrus sie aber nach dem Rücken hin gerichtet trägt.

Dactylogyrus monenteron mihi (Esox lucius, Branchiae) hat allein einen einfachen Blindsack als Darm.

Diese Species sowohl wie einige andere haben vier grosse Schwanzscheibenhaken, welche mit ihren Längsaxen radial gelagert sind.

Dactylogyrus Echeneis (Branchiae von Chrysophrys aurata) hat eine rosettenartig in Falten gelegte, feste Haut auf der Innenfläche der Schwanzscheibe.

Dactylog. aequans (Branch. Labrax lupus) und pedatus (Julis spec. inc.) haben statt einer Schwanzscheibe deren zwei; die Innenfläche dieser Organe ist mit in concentrische Kreise gelegten Stäbchen bekleidet.

Die beiden Schwanzscheiben sind durch einen 3gliedrigen Apparat getrennt, dessen äussere Enden die scheerenartig gegeneinander beweglichen 2 grossen Hakenpaare tragen.

Die grossen Haken haben stets häutige Scheiden, deren Oeffnung meist von einer festen Einfassung umgeben ist.

Fig. 7 ein Dactylogyrusembryo im Eie. Die punctirte Linie zeigt die Grösse der unverletzten Eischale 500mal vergr. (Branchiae von Silurus glanis). Zu welcher Species dieser Embryo gehört, weiss ich nicht. Bauchansicht.

a der Schlundkopf mit der Mundöffnung.

b Körner (vielleicht des Excretionsorganes), sie lagen in einem gewundnen Schlauche, der eine durchsichtige Flüssigkeit enthielt.

f Gefässe mit Flimmern.

n die kleinen Bauchhaken.

Es giebt deren meistens zwei. Nach den von mir beobachteten Bewegungen derselben dient der eine dem anderen, ungefähr wie eine Hohlsonde dem Messer, zur Leitung.

h Schwanzscheibe.

u die schon vorhandnen Spitzen der grossen Bauchhaken.

Fig. 8 Ei von Dactylogyrus pedatus mihi (Branch. von Julis spec. inc.) 500mal vergr.

v Die quirlartige Endigung des Eistieles.

Digitized by Google

Fig. 9 Kopftheil des Dactylogyrus monenteron mihi (Branch. von Esox lucius) 450mal vergr. Rückenansicht.

a Mundöffnung.

b Schlundkopf. In ihm sowohl wie in dem andrer Trematoden kommen auch zellenartige mit Kern versehene helle Räume vor.

b' der Anfang des einfach blindsackförmigen Darmes.

f Gefässe mit Flimmern. Der Verlauf der Hauptstämme ist schon von Ihnen bei einem anderen Dactylogyrus geschildert worden. Sie münden als Ein sehr kurzer Stamm auf dem Rücken dicht über der Schwanzscheibe aus.

o Aeussere Haut, in dieser Species mit sehr kleinen in regelmässigen Reihen stehenden Spitzchen bedeckt, welche in der Zeichnung weggelassen sind.

Bei Dactyl. aequans und pedatus bildet die Haut am Schwanzende des Leibes Schuppen wie die Halshaut mancher Distomen.

y eigenthümliche Anhäufungen einer braunen Masse, bei allen mir bekannten Dactylogyren vorkommend.

Sie geht an den Seiten des Thieres herab und bildet im Schwanzende neben dem starken Muskelfaserzug für die Schwanzscheibe dicke Schnüre ohne bestimmte Endigung.

Eine ähnliche Masse kommt aussen an den Rüssel-Kolben und -Scheiden einiger Tetrarhynchen vor, wo sie wie Ausführgänge Fasern nach den Austrittsstellen der Rüssel schickt. s. meine Arbeit über Cestodenentwickl. Fig. 202, Taf XX. Tetr. striatus mihi.

z nervensystemartiges Band unter der Rückenseite über dem Anfange des Darmes liegend.

z' obere Aeste.

z'' untere Aeste.

Das Band ist streifig und die oberen Aeste lassen sich bis zu den untersten Pigmentflecken *w* verfolgen, hinter denen *x* ein linsenartiger kugliger Körper sich befindet.

Es erinnert diese Beobachtung an die von *de Filippi* bei der Diplodiscuscercarie.

Die Entwicklung der Distomen ist von mir bei Dist. cygnoides näher untersucht worden.

Der Embryo dieses Distomes ist früheren Beobachtern bekannt gewesen.

Die reifen Jungen zeigen schon im Eie zwei seitlich liegende flimmernde Stellen, welche sich in hellen gefässartigen Schläuchen befinden. — Von diesen ausgehend findet man leicht noch an mehreren anderen Orten unter der mit einem Flimmerepithel bedeckten Haut Wimprung in anastomosirenden Kanälen.

Digitized by Google

Ein schöner grosser Embryo wurde 2 Stunden hindurch lebendig beobachtet. Er verlor unterdess das sich in gekernte Zellen, deren jede mit Einer Wimper versehn war, lösende Epithel, nachdem er sich an dem Mantelstück eines Pisidium festgesetzt hatte.

Viele Pisidien und eine grosse Zahl von einigen 50 Dist. cygnoides, sämmtlich mit reifen Eiern erfüllt, wurden in ein Gefäss gesetzt.

Ich erhielt auf diese Weise eine Reihe von Ammenformen, welche sämmtlich Gefässe mit Wimpern enthielten und jene eigenthümlichen Zellenhaufen zeigten, aus dem die zweite Generation sich entwickelt.

Der wimperlose Embryo und die schon Ammen enthaltende Grossamme boten nur Einen Unterschied dar, den der Grösse. Inhalt, Structur, Bewegung, anatomischer Bau, Anordnung und Lage der Flimmern und Gefässe waren bei allen dieselben.

Sämmtliche Grossammen kamen einzeln vor.

Die cercarienhaltigen Ammen oder die Ammen in der Grossamme dagegen zeigten bis jetzt kein Gefässsystem. Das von *de Filippi* als Selbsttheilung aufgefasste Zerbrechen der Ammen habe ich bei den Ammen von Dist. cygnoides ebenfalls gesehn. *de Filippi* I. Memoire, Tab. I, Fig. XII.

Sie lagen stets in Haufen bei einander. Die Cercaria macrocerca *de Filippi* ist wahrscheinlich die zu Dist. cygnoides gehörige Larve, die mittelst ihres mächtigen Schwanzes direkt in den After des Frosches einwandern und in die Harnblase gelangen kann.

Ich habe alle Formen von der schwanzlosen Cercarie an bis zum entwickelten Distom bei einander gesehn.

Die Windungen des Darmes, des Excretionsorganes, die feinen Stacheln am Halse der Erwachsenen, die relative Grösse der Saugnäpfe, kurz Alles, was die Anatomie verlangt, stimmt mit dieser Behauptung.

Hiernach würde also der Embryo gewisser Trematoden direkt in die Grossamme übergehn.

Flimmerung in den gelben Würmern sah schon *Meckel*, s. Müller's Archiv 1846 pag. 5.

In dem Trematodenembryo aus Sterna cantiaca sah sie *Lavalette*, s. Symbolae ad evolut. Trematodum Tab. I, Fig. 15, 1855.

de Filippi beschrieb und bildete Theile des Gefässsystems der Ammen ab in seinem II. Memoire pour servir a l'hist. génet. des Trematodes 1855. Taf. I, Fig. XI.

Fig. 1 Embryo von Monostoma flavum (Trachea von Anas boschas dom.) Seitenansicht. 500mal vergr.

a die etwas in den Hals zurückgezogne von mir nicht ausgestreckt gesehene Kopfspitze, welche mit Wimpern besetzt ist.

Sie hat eine Grube oder ein Loch auf dem Scheitel, welche in eine Höhle

a' führt, deren Wände doppelt conturirt sind.

o die äussere Haut.

o' die längeren Wimpern am oberen Körpertheile.

o'' dicke Lage körniger Substanz unter der Haut, welche namentlich im oberen Körpertheile bei den Pigmentflecken bei allen Embryonen stark angehäuft ist.

f grosses mit doppelt conturirten Wandungen versehenes Seitengefäss.

f' der darin befindliche grosse Flimmerlappen.

f² Seitengefässe mit Flimmern innerhalb der im Embryo liegenden Grossamme.

2 letztere mit Zellenconglomeraten erfüllt.

x die viereckigen Pigmentflecke des Embryo, welche beim Zerdrücken eine linsenartige Kugel sichtbar werden lassen.

Fig. 2 die Grossamme nach dem Zerfallen des Embryo, 500mal vergr. Seitenansicht.

a Mundöffnung.

b Schlundkopf.

b' der daranhängende Darmblindsack.

f² das eine Seitengefäss, von welchem Zweige abgehn. Man sieht in beiden häufige Flimmerlappen.

k die aus Keimzellen bestehenden kugligen Conglomerate, welche meist das ganze Thier ausfüllen.

o die äussere Haut.

o''' die Geburtsöffnung für den entwickelten Inhalt, s. *Lavalette* l. c. Taf. I, Fig. V. *H*.

o'''' die zitzenartigen Fortsätze.

Ich habe bis jetzt die Ausmündung des Gefässsystems der Ammen vergeblich gesucht[1]).

Die Amme bildet sich bei Monost. flavum und mutabile mit dem sie enthaltenden Embryo zu gleicher Zeit, so dass Embryo und Amme zusammen stets im gleichen Stadium der Entwicklung stehen.

NB. Das Ei von Monost. flavum ist kleiner, dickschaliger und brauner als das von Monost. mutabile.

Fig. 3 ein Ei aus dem Darme von Anas boschas mit einer eigenthümlichen Hülle 110mal vergr.

a die Kopfspitze des mit

4 bezeichneten Embryo.

e' der Stiel des retortenförmigen Eies, der hohl ist.

v die stark gelbgefärbte Hülle des Eies.

Fig. 4 der dem Ei entnommene Embryo, 310mal vergr. Seitenansicht.

1) *Meckel* l. c. suchte ebenfalls vergeblich nach einem foramen caudale bei den gelben Würmern des Bojanus.

Digitized by Google

a die Kopföffnung.

b innere Doppelcontur des wahrscheinlichen Schlundkopfes, dessen äussere Conturen mir bis jetzt nicht sichtbar wurden.

b' der Darmblindsack.

Dieses Organ, das bei den diesen ähnlichen Embryonen von Diplodiscus, soviel ich weiss, von Ihnen zuerst gesehen wurde, ist ein mit doppelten Conturen versehener Sack, in dessen öfters ganz heller Flüssigkeit Körnchen schweben, deren Verschiebbarkeit durch Druck und Bewegungen des Embryo jeden Zweifel über die Natur dieses Organes beseitigen.

f das eine Seitengefäss.

f' die besonders deutliche Flimmerstelle.

Die blauen Linien und Punkte bedeuten andre Theile des Gefässsystemes mit und ohne Flimmern.

k die den Embryo ganz erfüllenden aus Keimzellen bestehenden Kugeln.

o die äussere Haut, auf welcher

o' das Wimperepithel, dessen Cilien wie bei allen anderen bewimperten Embryonen am Kopfe etwas länger sind, sitzt.

o''' eine Erhöhung mit einer Grube oder einem Loche, das der Geburtsöffnung der Ammen entspricht.

Diesem Embryo ähneln sehr die kleineren Jungen von Diplodiscus und Monostoma capitellatum.

Bis auf die äussere Contur des Schlundkopfes, welche man sich mit der Vorstellung leicht ergänzen kann, und das abfallende Wimperepithel gleicht der Embryo von Diplodiscus genau der Amme, welche die Diplodiscus-Cercarien und die Ammen enthält.

Der in Fig. 4 dargestellte Embryo ist der kleinste der sonderbaren retortenförmigen Eier aus dem Entendarm. Es gab deren, welche ihn an Grösse fast um das zweifache übertrafen.

Von welchem Distom dieses Ei stammt, weiss ich nicht.

Die noch keine Embryonen, sondern nur Dotter enthaltenden Eier hatten einen weit kürzeren Stiel. Je grösser der Embryo, um so länger wurde der Hals des Eies. Es liegt somit nahe, den Stiel oder Hals als eine während der Entwicklung stattfindende Bildung anzusehn.

Fig. 5 der Embryo von Dist. globiporum. Bauchansicht 500mal vergr.

a die Kopföffnung oder Grube.

o' die etwas längeren Kopfwimpern.

f Gefässe mit Flimmern.

f'' die beiden besonders deutlich flimmernden Stellen in den beiden grossen Hauptstämmen des Gefässsystems.

Dieser Embryo hat die Form derer von Distoma cygnoides, nodulosum, folium etc.

Er würde dem oben Gesagten gemäss sein Flimmerepithel abwerfen und in diesem Zustande die Grossamme darstellen.

Alle diese Embryonen und alle ohne Wimpern, welche ich bis jetzt kenne, haben nie contractile Blasen, wie: das in den Anodonten vorkommende Paramecium compressum, die im Froschdarme sich findende Bursaria vorax und die im Regenwurme und in Schnecken parasitisch vorkommenden Infusorien. Die Structur aller Opalinen, welche bis jetzt bekannt sind, ist theils durch die contractilen Räume und Blasen, theils durch den in ihnen vorkommenden Infusorienkern, theils durch die Structur ihres Körpers, die diesem anscheinend unmittelbar aufsitzenden Wimpern und den Mangel Wimpern enthaltender Gefässe wesentlich von der Structur verschieden, welche durch die deutliche Zellen bildende Furchung des Eiinhaltes dem Embryo der Trematoden verliehen wird.

Fig. 6 ein wimperloser Trematodenembryo aus dem Darme von Gadus lota 500mal vergr.

Das Kopfende ist etwas umgebogen, um die Ansicht des Scheitels zu geben.

w vier eigenthümliche Körper, welche dicht unter dem Kopfende liegen. Die Zusammenlagerung derselben erzeugt ein Kreuz, was durch *a* bezeichnet ist.

Diesem Embryo gleichen die Jungen von Dist. tereticolle variegatum.

Das erstere hat auf seinen Embryonen, welche in einem von einer in Wasser löslichen Gallerthülle umgebenen Eie stecken, eine eigenthümliche (an einen aus 40 langen radial gelagerten Stacheln bestehenden Kopfkranz erinnernde) Zeichnung.

Ausserdem sieht man den Leib des Embryo öfters von engen scharfen (etwas an die Leibstacheln der Echinorhynchen-Jungen erinnernden) Linien umzogen.

Denkt man sich die mit *w* bezeichneten Körper, welche meist wie 4 aneinander gelagerte Keile aussehn, fort, und den Embryo verkleinert, so hat man die Jungen von Dist. perlatum und Gasterostomum fimbriatum.

Was aus diesen Embryonen wird, weiss ich nicht.

Vergleicht man indess die Anatomie bis in die kleinsten Details hinein von Dist. tereticolle und Dist. duplicatum, Gasterostomum fimbriatum und Bucephalus polymorphus, so ergiebt sich eine Aehnlichkeit, welche der Vermuthung grosse Wahrscheinlichkeit verleiht, dass der Embryo von Dist. tereticolle direkt die Amme bildet, in welcher sich Dist. duplicatum entwickelt, und der sich verzweigende Embryo von Gasterostomum der Bucephalus haltende Schlauch in den Anodonten ist.

Für letzteres, dass der Embryo sich verzweigt, spricht, dass ich in einer Anodonte eine sehr kleine Blase von circa 0,01 ^{mm} Länge fand. Von dieser gingen 2 dünne Schläuche ab, welche beide zusammengenommen $\frac{1}{3}^{mm}$ lang waren. Beide Schläuche bewegten sich, waren leer und hatten eine doppelt conturirte Haut. Das Bläschen, welches mit ihnen communicirte, enthielt Zellen, welche an die Cercarienkeime erinnerten. —

Digitized by Google

In den wimperlosen Embryonen habe ich eben so wenig wie in den daraus herzuleitenden Ammen ein Gefässsystem oder Wimpern nachweisen können.

Leucochloridium paradoxum, welche ich durch die grosse Gefälligkeit des Herrn Dr. *Piper* erhielt, zeigte ebenfalls von Gefässsystem keine Spur.

Es giebt also gewissermaassen als leibeigne und als freie geborne Ammen.

Die Structur der Cercarien bot in 3 Punkten Bemerkenswerthes.

1) Das Gefässsystem mündet bei vielen Cercarien zu beiden Seiten des Schwanzes entweder an der Spitze oder nicht weit von der Schwanzwurzel aus, so bei der von *Lavalette* loc. cit. Tab. I, Fig. 1 abgebildeten, an der Schwanzspitze bei Diplodiscus und einigen anderen Cercarien, anscheinend auch bei den furcocercen Distomenlarven, in welchem Falle die beiden Mündungen auf die beiden Schwanzspitzen sich vertheilen.

Bei einigen Cercarien sah ich auch Wimperung innerhalb der Schwanzwandung.

2) *Moulinié* bildet in seinem grossen Werke de la reproduct. des Tremat. endoparasites in den Genfer Academieschriften Tab. 9, Fig. 11 und 12 eine Cercarie ab, welche ich in Succinea frei fand, ohne Amme. — Diese Cercarie hat nur ein Schwanzrudiment, daran kenntlich, dass das Excretionsorgan an der Spitze des kurzen Rudimentes sich in 2 nach aussen mündende Aeste spaltet.

3) Bei einer Cercarie fand ich ausser den gewöhnlichen grossen braunen unter dem Rücken liegenden drüsenartigen Organen unter dem unteren Rande des Kopfnapfes 2 in demselben ausmündende grosse kuglige Organe.

Bei der Geschlechtsentwicklung der Distomen ist es namentlich der Hinterleib, welcher wächst, eine bei Dist. megastomum sehr auffällige Thatsache.

In Betreff der Holostomen enthält die Arbeit nichts wesentlich Neues.

Das Holost. cuticola von *Nordmann* ist in Betreff seiner ganzen Organisation und Gestalt von Hol. spatula nicht zu unterscheiden.

Das von *de Filippi* in seiner bekannten ersten Abhandlung pag. 23 Tab. II, Fig. 25 abgebildete und geschilderte Holostom kommt anscheinend auch hier in Berlin in Acerina cernua vor. Dies Holostom hat wie die nach Ihrer Vermuthung wahrscheinlich zu Dist. holostomum gehörige Cercarie die Eigenthümlichkeit, sich in seiner eignen Haut gewissermaassen zu incystiren, doch ist das von *Filippi* als verzweigter Darm abgebildete Organ in dem Holostom aus dem Peritoneum von Acerina das Excretionsorgan, während der Darm als ein glatter Doppelschlauch mit blinden Enden wie bei den Distomen erscheint.

Mit diesem Holostom ist auch das H. urnigerum, was ebenfalls ohne Geschlechtsorgane ist, sehr nahe verwandt, vielleicht identisch.

Berlin, den 16. Januar 1857.

Beiträge zur Anatomie des menschlichen Trommelfelles.

Von

Dr. **von Troeltsch**, prakt. Arzt in Würzburg.

Dazu Tafel VII. A.

Seit längerer Zeit damit beschäftigt, die im Gehörorgan vorkommenden pathologischen Veränderungen, namentlich bei Schwerhörigen, näher kennen zu lernen, musste ich zu meiner eigenen Verwunderung finden, dass die bisherigen anatomischen Untersuchungen über das Trommelfell und seine Struktur keineswegs zu jenem Abschlusse gediehen sind, wie es die Bedeutung dieses Gebildes für den Physiologen sowohl als den Praktiker von vornherein hätte vermuthen lassen; daher ich anschliessend an die bereits im Juni 1856 der medizinisch-physikalischen Gesellschaft zu Würzburg gemachten Mittheilungen (siehe deren Verhandlungen von 1856. Heft II. S. XXXVIII.) hier die Ergebnisse meiner Untersuchungen weiter vorlege.

Das Trommelfell besteht, wie bekannt, wesentlich aus drei Schichten, nämlich der mittleren, sogenannten fibrösen Platte, oder lamina propria membranae tympani, und den beiden Ueberzügen, die dieselbe, aussen von der Haut des Gehörganges und innen von der Schleimhaut der Paukenhöhle, erhält.

Was zuerst den äusseren Ueberzug betrifft, so setzt sich nicht blos Epidermis, sondern auch Corium vom äusseren Gehörgang auf das Trommelfell fort. Die Epidermis des Trommelfells ist an der Leiche meist als eine zusammenhängende Scheibe abzuheben und bei etwas vorgeschrittener Maceration lässt sie sich häufig in Verbindung mit der Oberhaut des Gehörganges als ein vollständiger Blindsack aus demselben herausziehen. Es besteht diese Schicht aus mehreren Lagen epidermoidaler Elemente, die sich nach aussen als unregelmässig contourirte Horn-

Digitized by Google

plättchen, weiter nach innen meist als polygonale kernhaltige Zellen darstellen. Namentlich bei Kindern findet man dieselbe häufig von abnormer Dicke und dann unter der derberen obersten Hornschicht mehrere Lagen cylindrischer oder spindelförmiger Zellen, epidermoidalen Gebilden jüngeren Datums entsprechend. Hat man den Epidermisüberzug von der Auskleidung des Gehörganges und dem Trommelfell entfernt, so sieht man deutlich, wie von der oberen Wand des ersteren sich ein derber Strang auf das Trommelfell fortsetzt und daselbst über dem Hammergriffe bis zu dessen Ende verläuft. Bei näherer Prüfung findet sich dieser Strang hauptsächlich aus Gefässen und Nerven zusammengesetzt, die sich auch in der oberen Wand der Haut des äusseren Gehörganges eine Strecke weit verfolgen lassen. Mit ihnen gehen zugleich eine Reihe Cutiselemente auf das Trommelfell über, die in der nächsten Nähe des Hammergriffes am dichtesten, von da centrifugal sich ausbreiten. In ähnlicher, wenn auch weniger stark ausgesprochener Weise setzt sich die Cutis des Gehörganges von den übrigen Seiten auf die Peripherie des Trommelfelles fort, auch hier Gefässe führend, welche in feiner radiärer Anordnung von der Peripherie gegen das Centrum zu verlaufen. Diese feine Coriumlage besteht aus Bindegewebe mit reichlich eingestreuten elastischen Fasern, durch Essigsäure lassen sich meist einige Kerne nachweisen. Complizirte Cutisbestandtheile, wie Papillen oder Drüsen, fehlen vollständig.

Ueber die fibröse Platte des Trommelfells findet man in den Handbüchern der Anatomie meist nur erwähnt, dass sich in ihr sowohl ringförmige als radiäre Fasern nachweisen lassen, von denen die ersteren mehr an der Peripherie, die letzteren mehr in der Mitte der Membran vorkommen. *Wharton Jones* war meines Wissens der Erste, der in der Cyclopaedia of Anatomy and Physiology (London 1838. Artikel »The Organ of Hearing.« Vol. II. pag. 545) und später in der Cyclopaedia of Practical Surgery (1841. Artikel »Ear and Hearing Diseases of« P. IX) darauf aufmerksam machte, dass sich die Membrana propria des Trommelfells trennen lasse in eine äussere Schicht mit radiärer und eine innere mit entgegengesetzter Faserrichtung. Ausführlicher stellte dann *Joseph Toynbee* diese Verhältnisse in seiner gediegenen Arbeit dar »On structure of the Membrana Tympani in the human Ear.« (Philosophical Transactions 1851, P. I. 159—168). Anknüpfend an die Untersuchungen dieses bekannten Forschers, gelang es mir, diese Verhältnisse noch weiter zu verfolgen. — Wenn man ein Trommelfell unter Wasser mittelst zweier Pincetten behandelt, so gelingt es ziemlich leicht, die von den Autoren angegebenen radiären und ringförmigen Fasern der fibrösen Platte in zwei Schichten darzustellen, welche, wenn auch innig mit einander zusammenhängend, doch als wesentlich getrennt aufgefasst werden müssen. Beide Schichten scheinen gleichmässig in Verbindung zu stehen mit dem sogenannten annulus cartilagineus (nach *Arnold* annulus membranaceus), jenem derb-

faserigen Ring, durch den das Trommelfell in seinem Knochenfalze befestigt ist[1]).

Die äussere Schicht der fibrösen Platte besteht aus Fasern, die vom Sehnenring gegen den Hammergriff zu verlaufen, und zwar finden die Fasern des unteren Segmentes ihr Centrum in dem leicht schaufelförmigen Griffende, während die übrigen mehr oder weniger gerade an der vorderen Kante des seitlich abgeflachten (spatelförmigen) Hammergriffes sich anheften. Am dichtesten ist daher diese radiäre Schicht am Griffende, oder umbo, wo sich am meisten Fasern auf gegebenem Raume berühren, während nach oben, gegen den Hals des Hammers, diese Lage immer zarter wird und bereits unter dem processus brevis mallei lässt sich keine bestimmte radiäre Faserung mehr nachweisen. Der radiäre Charakter dieser Schicht wird nicht durch eine direkt speichenartige Anordnung der einzelnen Fasern hervorgebracht, wie man nach der schematischen Zeichnung oder nach dem durch geringe Vergrösserung gewonnenen Bilde glauben könnte, sondern durch ein Zusammentreffen und Durchkreuzen von Fasern, die schief von zwei Seiten kommend, erst in ihrem Zusammenwirken, resp. ihrer Resultante, radiär verlaufen, welches Verhältniss dem stärker vergrösserten Bilde etwas Rautenförmiges gibt.

Während diese radiäre Faserschicht vom Hammergriffe gegen die Peripherie zu an Stärke abnimmt und bereits in der Höhe des processus brevis mallei nicht mehr deutlich nachzuweisen ist, finden wir ein wesentlich anderes Verhalten in der nach innen, gegen die Paukenhöhle zu, liegenden Ringfaserschicht, welche unter gewöhnlichen Verhältnissen viel inniger mit der Schleimhautplatte des Trommelfells, als mit der oben geschilderten Radiärfaserschicht zusammenhängt, daher wohl von letzterer, nicht aber von jener sich trennen lässt. Sie besteht, wie der Name sagt, im Wesentlichen aus kreisförmig angeordneten Elementen, die in der unmittelbarsten Nähe des Sehnenrings eine dichte, starke Lage ausmachend, immer spärlicher werden, je mehr sie sich von der Peripherie entfernen, so dass sich endlich im Centrum nur eine fast homogene Membran mit einzelnen Andeutungen von Ringfasern nachweisen lässt. Sehr interessant ist nun das Verhalten dieser Ringfasern zum Hammer. Während nämlich die untere und grössere Partie dieser Schicht nach innen vom Hammergriff liegt und sich in Gemeinschaft mit dem Schleimhautüberzuge des Trommelfells von ihm und der Radiärschicht abziehen lässt, schlägt die oberste Partie der Ringfasern sich nach vorn, liegt vor dem Hammerhals, gegen den äusseren Gehörgang zu, so dass also der Hals des Hammers von diesen Kreisfasern ähnlich wie von einer Halskrause umgeben ist (wobei allerdings der vordere, dem Halse dicht an-

1) *Toynbee* nimmt an, dass nur die Radiärfaserschicht, nicht aber die der Ringfasern mit dem annulus cartilagineus zusammenhänge, was mir meine Untersuchungen nicht bestätigten, indem man im Sehnenring selbst noch die sich verdichtenden Fasern in doppelter Anordnung findet.

Digitized by Google

liegende Theil der Krause eine viel geringere Ausdehnung hat, als der hintere oder untere Theil derselben). Nach den Angaben und Zeichnungen *Toynbee's* muss man annehmen, dass er das Verhältniss von Ringfasern und Hammer in einer anderen Weise aufgefasst hat, während sich das eben Geschilderte leicht durch Präparation darstellen lässt und sich eigentlich schon a priori hätte ergeben müssen für Jeden, der die das Trommelfell zusammensetzenden Bestandtheile in der bekannten Aufeinanderfolge graphisch im Durchschnitte sich vergegenwärtigt hätte. Da der Hammerkopf sich in einem stumpfen Winkel vom Griffe abbiegt und frei in die Paukenhöhle ragt, während der Griff die Ringfasern in ihrer Hauptpartie nach hinten hatte, und diese einen ununterbrochenen Kreis bilden, welcher die ganze Ausdehnung des Trommelfells umfasst, so muss der oberste Pol dieser Fasern nothwendig nach aussen vom Hammerhalse liegen. Der beigegebene schematische Durchschnitt wird diese Verhältnisse am besten zur Anschauung bringen [1]).

Der innere Ueberzug, den das Trommelfell von der Schleimhaut der Paukenhöhle erhält, erscheint gewöhnlich verdünnt zu einer einfachen Lage von Pflasterepithel, findet sich aber nicht selten pathologisch verändert, und alsdann bedeutend verdickt.

Betrachtet man das Trommelfell in seiner Befestigung im Schuppentheil des Schläfenbeins von innen, nachdem die ganze Pyramide weggenommen und sodann der Ambos aus seiner Gelenkverbindung mit dem Hammerkopfe gelöst ist, so fällt uns ein Gebilde auf, das wohl, weil es gewöhnlich durch den langen Schenkel des Amboses verdeckt ist, die Aufmerksamkeit der Anatomen wenig auf sich gezogen hat. Es ist dies eine verhältnissmässig grosse Duplikatur oder Falte des Trommelfells, die in der hinteren oberen Partie desselben vom Sehnenring ausgehend, und anfangs in einer eigenen stets mehr oder weniger stark ausgebildeten, mit dem sulcus pro membrana tympani zusammenhängenden Knochenrinne und dann auf einem feinen in die Paukenhöhle mit scharfem Rande ragenden Knochenvorsprunge verlaufend, sich gegen den Hammergriff nach vorn wendet und sich dicht unter der Insertion der Sehne des Musculus tensor tympani an dessen hintere Kante ansetzt. Diese Duplikatur bildet mit dem eigentlichen, nach aussen gelegenen, Trommelfelle eine Tasche, deren grösster Höhendurchmesser, dicht am Hammer gemessen, bis 4^{mm} beträgt, und von oben nach unten an Weite zunehmend, ihren freien konkaven Rand nach unten, gegen den Boden der Paukenhöhle, zukehrt. An diesem freien Rande läuft eine Strecke weit die Chorda tympani, welche alsdann sich mehr nach oben gegen den Hals

1) Nach *Toynbee* wäre die Radiärfaserschicht eine Fortsetzung des Periosts des äusseren Gehörganges, die der Ringfasern aber eine Fortsetzung des Periosts der Paukenhöhle. Dies nachzuweisen möchte bei der kaum demonstrirbaren Feinheit der Knochenhaut eine eigene Präparationsweise erfordern, von der ich bei unserem Autor nichts erwähnt finde.

des Hammers wendet und so den tiefsten Ansatz dieser Duplikatur am Hammergriffe als ein kleines Dreieck unter sich lässt. Diese Duplikatur, welche sich bei jeder Betrachtung des Trommelfells von innen deutlich zeigt, indessen bei durchfallendem Lichte auch von aussen, ja selbst am Lebenden bei guter Beleuchtung und normal durchsichtiger Membran sich leicht erkennen lässt, schliesst in der durch sie gebildeten und mit verdünnter Schleimhaut ausgekleideten Tasche nicht selten Schleim ein; ebenso findet man an der Leiche zuweilen die beiden sich zugekehrten Schleimhautflächen in einer mehr oder weniger grossen Ausdehnung verwachsen, Verhältnisse, die von grosser praktischer Bedeutung erscheinen, wenn man bedenkt, dass dadurch die Elastizität und Schwingungsfähigkeit des Trommelfells, somit auch sein functioneller Werth für das Individuum jedenfalls wesentliche Alterationen erfahren muss.

Auffallend häufig finde ich auch bei denjenigen meiner Patienten, deren Schwerhörigkeit auf einen chronischen Catarrh des mittleren Ohres bezogen werden muss, gerade an diesem hinteren oberen Theile des Trommelfelles Veränderungen; doch sind meine Beobachtungen bis jetzt noch zu wenig zahlreich, als dass ich mich hierüber bestimmter aussprechen könnte.

Dieses Gebilde zeigt sich auch dadurch als eine ächte Duplikatur, als ein integrirender Bestandtheil des Trommelfells, dass es wesentlich von denselben faserigen Elementen zusammengesetzt ist, die hauptsächlich in einer von hinten und oben, nach vorn und unten ziehenden Richtung verlaufen, und, wie mir scheint, mit den Ringfasern zusammenhängen. Für den zwischen dieser Falte und der hinteren oberen Partie des Trommelfells vorhandenen Raum möchte der Name »hintere Tasche des Trommelfells« um so passender sein, als ein ähnlicher abgeschlossener Raum in derselben Höhe auch nach vorn vom Hammer existirt. Diese »vordere Tasche des Trommelfells« ist indessen nicht durch eine Duplikatur der Tunica propria membranae tympani, sondern durch einen dem Hammerhalse sich zuwölbenden und allmälig sich zuspitzenden Knochenvorsprung und alle jene Gebilde bedingt, welche durch die Fissura Glaseri ein- und austreten — also nebst dem nur bei Kindern vollständigen processus longus mallei, vom Ligamentum mallei anterius, der Chorda tympani, der Arteria tympanica inferior und der alle Theile der Paukenhöhle bekleidenden Schleimhaut. Diese vordere Tasche ist wohl auch ziemlich geräumig, hat indessen eine geringere Höhenausdehnung und ist ebenso weniger lang, da ja der Hammer nicht ganz in der Mitte des Trommelfelles, sondern näher dem vorderen Rande desselben sich befindet. In den mir zu Gebote stehenden anatomischen Werken finde ich nichts erwähnt von diesen beiden Taschen, angedeutet sind dieselben in *Arnold's* Icones organorum sensuum Tab. VI, Fig. XVII, und werden im Texte »Plica membranae mucosae anterior et posterior« genannt, wornach *Arnold* sie blos für Schleimhaut-

Digitized by Google

falten ansieht. Indessen scheint er sie nicht als konstante oder wesentliche Gebilde zu betrachten, indem sie in allen den sonstigen Abbildungen, wo man das Trommelfell von innen sieht, weggelassen werden, so namentlich in Fig. XX, Tab. V, wo »Membranae tympani facies interna« nach Hinwegnahme des Amboses, also unter Verhältnissen gezeichnet ist, die für die Deutlichkeit der hinteren Tasche am günstigsten sind; auch erwähnt er sie nicht in seinem Handbuche der Anatomie, das sonst eine sehr ausführliche Beschreibung des Trommelfells und seiner adnexa enthält. Ebensowenig kann ich mich überzeugen, dass *Toynbee* diese Gebilde gekannt hat.

Was die Nerven des Trommelfells betrifft, so erhält dasselbe einen verhältnissmässig sehr bedeutenden Stamm, der von der Cutis der oberen Wand des äusseren Gehörganges auf dasselbe übergehend, in der Höhe des processus brevis mallei bereits Aestchen abgibt, längs und oberhalb des Hammergriffes oder etwas hinter demselben ganz oberflächlich in der Coriumlage bis zum Griffende verläuft, und auch unter demselben noch in feinen Reiserchen zu verfolgen ist. Weder in der Tunica propria s. fibrosa, noch in dem Schleimhautüberzug des Trommelfells konnte ich bisher Nervenfäden auffinden und möchte daher annehmen, dass der sehr beträchtliche Nervenreichthum des Trommelfells sich wesentlich auf die Cutislage beschränkt, womit eine häufige praktische Erfahrung gut in Einklang zu bringen ist, dass krankhafte Prozesse in der äusseren Schicht des Trommelfells meist mit heftigen Schmerzen verbunden sind, während in Fällen, wo selbst die bedeutendsten Veränderungen dieser Membran sich finden in Folge chronischer Catarrhe der Paukenhöhle, die Kranken gewöhnlich nur durch die stetig zunehmende Schwerhörigkeit auf ihr Leiden aufmerksam gemacht werden. Von dem geschilderten Verhalten des Nervus tympani und namentlich seinem Verlaufe und seiner Ausbreitung in der Coriumschichte des Trommelfells überzeugt man sich leicht, wenn man die Auskleidung des äusseren Gehörganges nahe dem Trommelfell ablöst, im Zusammenhang mit ihr die Cutis und Epidermis des Trommelfells abpräparirt, und nun mit Natron behandelt. Der Hauptast ist indessen so bedeutend, dass man ihn häufig mit blosem Auge oder einfacher Lupe eine Strecke weit an der Aussenseite des Trommelfells verfolgen kann[1]).

Wenn es mir bisher auch noch nicht geglückt ist, hinlänglich beweisende Injectionen des Trommelfells zu erhalten, so wird es doch leicht aus der Beobachtung am Lebenden und an natürlich injizirten Präparaten deutlich, dass sich gemeinschaftlich mit den Nerven ziemlich bedeutende

1) Nach *Arnold* und *C. A. Bock* stammen die Nerven des Trommelfells vom 3ten Ast des Trigeminus, resp. von dessen N. temporalis superficialis s. auricularis anterior; das eben geschilderte Verhalten desselben finde ich nirgends angegeben.

Digitized by Google

Gefässe von der oberen Wand des äusseren Gehörganges aufs Trommelfell überschlagen, ebenfalls über dem Hammergriffe oder etwas hinter demselben in der Coriumschichte bis zum Umbo verlaufen und dort einen nicht ganz geschlossenen Bogen bilden, um sich schliesslich centrifugal auszubreiten, während an der Peripherie der Membran, wie schon erwähnt, ein feiner centripetaler Gefässkranz sich befindet, der allseitig mit den Gefässen der Haut des äusseren Gehörganges in Verbindung steht. Die fibröse Platte selbst scheint keine Gefässe zu besitzen, wohl aber sieht man nicht selten, namentlich an Kindesleichen, deren Paukenhöhle mit schleimig-eitrigem Sekret gefüllt und die Schleimhaut injizirt ist, feine Gefässchen in der Schleimhautplatte des Trommelfells, theils in der Gegend der hinteren Tasche von oben nach unten ziehend, theils in Verbindung mit einer stärkeren Vene, die sich längs der inneren Kante des Hammergriffes herabschlängelt. Nach *Arnold* (Tab. V, Fig. 23) entsteht die stärkste längs des Hammergriffes verlaufende Arterie des Trommelfelles aus einem Zusammentritt der Arteria tympanica von der stylomastoidea und der Art. tympanica von der maxillaris interna, während nur die peripherischen Gefässe des Trommelfells von der Art. auricularis profunda abstammen. Mir scheint es nach Obigem wahrscheinlicher, dass die ganze oberflächliche und mithin bedeutendste Gefässversorgung des Trommelfells von aussen kommt, d. h. von dem äusseren Gehörgang und der Art. auricularis profunda, nicht aber von der Paukenhöhle.

Ueber die feinere Struktur der fibrösen Trommelfellplatte hier nur so viel, dass sie aus eigenthümlichen, das Licht stark brechenden Fasern besteht, die zwischen sich zellige Elemente besitzen, welche in Form und Resistenz gegen Säuren sich analog den Bindegewebskörperchen verhalten.

Das Unvollständige dieser Arbeit, dessen ich mir sehr wohl bewusst bin, möge einige Entschuldigung finden in den mannichfachen Abhaltungen und Unterbrechungen, die dem praktischen Arzte aus seinem Berufe erwachsen; ich werde indessen nicht verfehlen, diese Lücken immer mehr auszufüllen, sobald meine fortlaufenden Untersuchungen, namentlich über die feineren Strukturverhältnisse, die Nerven und die Gefässe des Trommelfells an Abschluss gewinnen. Doch kann ich mir bereits hier nicht versagen, meinen verehrten Lehrern, den Professoren *A. Kölliker* und *Heinrich Müller*, meinen herzlichsten Dank zu sagen für die mannichfache Güte, mit der sie mich fortwährend bei diesen meinen Arbeiten unterstützen.

Digitized by Google

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Schematische Ansicht des Trommelfells vom äusseren Gehörgang aus, nach Hinwegnahme des äusseren Ueberzuges. *a—e* Hammer; *a* Kopf; *b* Hals; *c* kurzer Fortsatz; *d* Griff, dessen vordere Kante den Radiärfasern zum Ansatze dient, daher das Weitere nur durchschimmert; *e* schaufelförmiges Ende des Griffes; *f* Sehnenring (annulus cartilagineus). In ihm die fibröse Platte des Trommelfells mit ihren beiden Faserschichten, der radiären, welche allenthalben die äussere, und der ringfaserigen, welche, nach innen von der ersteren und dem Hammergriffe, nur oben, *g g*, nach vorn, nach Hinwegnahme des äusseren Ueberzuges, also ganz oberflächlich zu liegen kommt.

Fig. 2. Schematischer Vertikalschnitt durch Hammer und Trommelfell. *M A E* aeusserer Gehörgang; *C T* Trommelhöhle; *O P* Knochen des Schläfenbeins; *a* Epidermis und Cutis des äusseren Gehörgangs, aufs Trommelfell sich fortsetzend; *b* Periost; *c—f* Hammer; *c* Kopf; *d* Hals; *e* kurzer Fortsatz; *f* Griff. *g* Radiärfaserschicht; *h* Ringfaserschicht vor und hinter dem Hammer; *i* Sehnenring; *k* Schleimhaut der Paukenhöhle, die Ringfaserschicht, den Hammer und das Aufhängeband desselben (ligamentum suspensorium mallei l.) überziehend.

Fig. 3. Ansicht des linken Trommelfells von der Paukenhöhle aus, nach Hinwegnahme des Amboses. *a* Schuppe des Schläfenbeins; *b* Andeutung der Zellen des Warzenfortsatzes; *c* äussere Wand der knöchernen Tuba; *d* vordere Hälfte; *e* hintere Hälfte des Trommelfells; *f—k* Hammer; *f* Kopf; *g* Gelenkfläche für den Ambos; *h* Hals; *i* Griff (in der Zeichnung etwas zu stark gebogen); *k* Ansatz der Sehne des Musculus tensor tympani; *l* hintere Tasche; *m* Chorda tympani; *n* vordere Tasche; *o* Glaserische Spalte; *p* Fortsetzung der Chorda tympani in Verbindung mit sämmtlichen durch die Glaserische Spalte tretenden Gebilden.

Ueber die Kalkkörperchen der Trematoden [1]) und die Gattung Tetracotyle.

Von

Edouard Claparède aus Genf.

Mit Tafel VIII.

Die Kalkkörperchen der Helminthen haben die Beobachter mehrfach beschäftigt. Nachdem sie lange Zeit hindurch für Eier angesehen worden waren, wurde ihr Kalkgehalt erkannt und heutzutage werden sie ganz allgemein als eine Kalkablagerung in der Haut betrachtet. *Siebold* z. B. vergleicht sie mit den Kalkkörperchen, die in der Haut der Holothurien und in den weichen Theilen vieler Polypen gefunden werden. Mir ist es indessen seit ein paar Jahren bekannt, dass diese Körperchen, bei einigen Trematoden wenigstens, in einer gewissen Beziehung zum Excretionsapparat stehen. Diese Wahrnehmung wurde zuerst im April 1855 bei Diplostomum rachiaeum *Henle* aus dem Wirbelkanal der Frösche gemacht. Es fiel damals auf, dass von jedem ovalen Kalkkörperchen ein Gefässchen abging. Bei genauerer Betrachtung ergab es sich, dass jedes Körperchen in einer ziemlich dicht anliegenden Kapsel eingeschlossen ist, deren Wandung in diejenige des Gefässchens übergeht. Mehrere solche Gefässchen vereinigen sich zu einem Ast, der mit einem Ast des Excretionsgefässsystems zusammenhängt (Fig. 3). — Der Excretionsapparat von Diplostomum rachiaeum ist so beschaffen, dass ein dünner, allmälig dicker werdender Stamm (vgl. Fig. 2) in der Mittellinie des Körpers von hinten nach vorn verläuft. Am vorderen Ende des Thieres steht er rechts und links durch ein Quergefäss mit den Seitenstämmen in Verbindung. Letztere laufen dem Rande ziemlich parallel herunter,

1) Vorgelegt der Gesellschaft der naturforschenden Freunde zu Berlin, in der Sitzung des 19. Mai 1857. — Vgl. Vossische Zeitung, 28. Mai 1857.

Digitized by Google

indem sie sich allmälig erweitern, und münden am hinteren Ende in die zweizipfelige contractile Blase. Von jedem dieser drei Hauptstämme gehen zahlreiche flimmernde Gefässchen ab; ausserdem hängen diese drei Stämme durch Querverbindungen mehrfach mit einander zusammen. Es kommt namentlich ein solches Quergefäss kurz vor dem Bauchnapf regelmässig vor. Bekanntlich hat *Leydig*[1]) diesen Excretionsapparat für einen verzweigten Darm und umgekehrt den wirklichen Darm für einen gegabelten Excretionsapparat gehalten.

Jedes Gefässchen endigt blind, indem es zu einer eiförmigen Blase anschwillt. In letzterer steckt regelmässig ein Kalkkörperchen. Niemals aber befinden sich die Körperchen in den Hauptstämmen oder im Verlauf der flimmernden Gefässe. Mitunter kommen Individuen vor, die gar keine Kalkkörperchen enthalten, sei es, weil sich dieselben nicht gebildet haben, oder weil sie ausgeleert worden sind. Bei diesen Individuen findet man aber trotzdem die eiförmigen Anschwellungen der Gefässendigungen.

Als ich diese Beobachtung machte, hatte ich das Vergnügen, die Herren *Joh. Müller*, *de la Valette*, *Weinland* und *Lachmann* von ihrer Richtigkeit zu überzeugen. Neuerdings gelang es mir ebenfalls, Herrn Prof. *Virchow* das Verhältniss der Kalkkörperchen zu dem Excretionsapparat deutlich zu machen.

Dr. *de la Valette* glaubt gefunden zu haben, dass kleine Zweigchen von den die Körperchen einschliessenden Gefässanschwellungen abgehen. Ich konnte mich nicht davon überzeugen.

Es ist beim Diplostomum rachiaeum so überaus leicht wahrzunehmen, dass die Kalkkörperchen innerhalb des Excretionsapparates liegen, dass es auffallen muss, wenn dieses Verhältniss nicht früher erkannt wurde. Allein ich habe hierüber bei den verschiedenen Schriftstellern, selbst bei den Neuesten, *Pagenstecher* mitgerechnet, nichts finden können.

Es lag nahe zu vermuthen, dass nicht allein Diplostomum rachiaeum, sondern auch andere Trematoden ein ähnliches Verhältniss vom Gefässsystem zu den Kalkkörperchen zeigen würden. Es wurde natürlich zunächst an andere Diplostomenarten gedacht. Diplostomum volvens (Fig. 4) und clavatum aus der Linse und dem Glaskörper verschiedener Süsswasserfische wurden in dieser Hinsicht untersucht und lieferten das erwartete Resultat. Das Excretionsgefässsystem dieser beiden Thiere wurde von *Nordmann*[2]) genügend beschrieben. Es ist nur hinzuzufügen, dass hier auch die Gefässendigungen sich kuglig erweitern und ein Körperchen einschliessen (Fig. 5). Bei den drei untersuchten Diplostomenarten eignet sich eine gewisse Körperstelle ganz ausserordentlich zur

1) Zeitschrift für wiss. Zoologie.
2) Mikrographische Beiträge zur Naturgesch. der wirbellosen Thiere. Berlin 1832. p. 37 u. ff.

Digitized by Google

Erkenntniss dieses Verhältnisses. Es ist dies die hinter dem hintersten Saugnapf gelegene Gegend. Die Kalkkörperchen sind hier nur spärlich vertreten, und das Zusammenhängen der Gefässe mit den die Kalkkörperchen einschliessenden Höhlen fällt, sobald das Thier etwas ruhig wird, leicht ins Auge.

Die Kalkkörperchen der Diplostomen sind also mit denjenigen, die in den Hauptstämmen des Excretionsapparates bei vielen Cercarien und gewissen Distomen vorkommen, vollkommen vergleichbar. Ich kann demnach *Moulinié*[1]) nicht beistimmen, wenn er beiderlei Körperchen auseinander halten will. Nach seiner Ansicht sollen die Körperchen, die, wie er meint, nicht im Gefässsystem, sondern im Parenchym des Thieres vorkommen, das erste Stadium eines Verkalkungsprozesses andeuten. Es würde sich also hier nur um ein pathologisches Produkt handeln, während ich keinen Grund finde, um diese Körperchen nicht für normal anzusehen.

Als ich vor kurzer Zeit Dr. *Guido Wagener* meine Beobachtungen hinsichtlich der Kalkkörperchen der Diplostomen mittheilte, sagte mir derselbe, er habe selbst dieses Verhalten des Excretionsapparates zu den Kalkkörperchen längst erkannt, aber nicht bekannt gemacht, und er legte mir darauf bezügliche Zeichnungen vor. Zugleich munterte er mich auf, andere Species darauf zu untersuchen. Es wurde zuerst an die unreifen Holostomenformen gedacht, da die Diplostomen selbst offenbar nichts anderes als Holostomenlarven sind. *Steenstrup*[2]) hatte schon die Verwandtschaft der Holostomen und Diplostomen erkannt, und stellte die Ansicht auf, dass Diplostomum clavatum, Holostomum cuticola und Diplostomum volvens eine und dieselbe Species seien. Die beiden ersten sollten unreife Stadien, das letztere das reife Thier sein. Diese Vereinigung erscheint um so weniger gerechtfertigt, als Diplostomum volvens eine eben so unreife Form ist als Diplostomum clavatum. Indessen bleibt es unzweifelhaft, dass die reifen Formen dieser verschiedenen Thiere der Gattung Holostomum angehören müssen. — Mehrere unreife Holostomen zeichnen sich bekanntlich durch ein Netz von in der Haut regelmässig eingestreuten Kalkkörperchen aus, so z. B. Holostomum cuticola. Da letzteres nicht sogleich zu Gebote stand, so wandte ich mich zuerst zu Trematodencysten aus dem Peritoneum des Kaulbarsches (Acerina cernua), auf welche Dr. *G. Wagener* mich aufmerksam machte. Die Cysten waren oval, etwa 0,50—0,60^{mm} lang und leicht zerreissbar. Das darin enthaltene Thier zeigte zwar in mancher Hinsicht eine unläugbare Annäherung zum Typus der Holostomen, wich jedoch in mancher Beziehung von demselben bedeutend ab. Die Rückenseite des Thieres bildete

1) De la reproduction chez les Trématodes endo-parasites. Genève 1846, p. 223.
2) Om Forplantning og Udvikling gjennem vexlende Generationsraekker. Kjöbenhavn 1842, p. 58.

nach hinten einen sackartigen mit dem Porus excretorius versehenen Vorsprung gerade wie bei den Diplostomen und Holostomen. Die Bauchseite trug die drei gewohnten Saugnäpfe und krümmte sich selbst in ihrer ganzen Ausdehnung zu einem grossen Napfe zusammen. Rechts und links vom Mundnapfe jedoch befand sich am Körperrande wie ein streifiges dickes Polster, worin sich mitunter eine napfartige Vertiefung erkennen liess. Es waren diese Polster wirkliche und zwar gewaltige Saugnäpfe, welche das Thier sehr bald mit Lebhaftigkeit aus- und einstülpte (Fig. 7). Das streifige Ansehen der beiden Polster rührt von Fasern her, ohne Zweifel Muskelfasern, durch welche die Bewegungen des Saugnapfes vermittelt werden. Diese Saugnäpfe zeichnen sich durch ihre äusserste Beweglichkeit aus. Sie krümmen und winden sich vielfältig und können plötzlich bis zum vollkommenen Verschwinden eingezogen werden. Die innere Fläche der Saugnäpfe, die sich beim Ausstülpen nach aussen wulstet, ist mit zahlreichen kleinen Wärzchen besetzt (Fig. 7). — Der Mundnapf ist stark muskulös und die Körperhaut bildet um denselben einen zierlich gezackten Kragen. Der eigentliche Bauchnapf ist sehr gross und dessen Rand regelmässig gelappt. Hinter demselben endlich befindet sich die breite napfartige Oeffnung, die auch bei den Holostomen vorkommt, und ohne Zweifel dem künftigen Geschlechtsapparat angehört. Auf der äusseren Haut sind kleine, etwa 0,003 bis 0,004 ^{mm} lange Stachelchen zerstreut (Fig. 6). — Der Excretionsapparat besteht aus zwei Hauptstämmen, die an den Seiten des Körpers herunterlaufen und in eine doppelte contractile Blase münden, die an diejenige von Diplostomum volvens lebhaft erinnert. Diese Seitenstämme sind ungemein breit, so dass die inneren Organe von der Leibeswandung durch einen weiten Zwischenraum getrennt sind. Es gehen jedoch zahlreiche Stränge (vgl. Fig. 6) von der Leibeswandung zu den inneren Organen, wodurch letztere fixirt werden. Dadurch erscheinen beim ersten Anblick die Seitenstämme des Excretionsapparates wie gekammert. Sie sind nämlich mit feinen Kalktheilchen erfüllt, die beständig hin und her laufen; da dieselben aber durch die scheinbaren Kammerwandungen in ihrem Laufe keineswegs behindert werden, so erhellt daraus, dass diese keine wirklichen Wandungen, sondern blosse Stränge sind. Von den Seitenstämmen des Excretionsapparates gehen Aeste ab, die im vorderen Theile und den Seitentheilen des Körpers ein Netz bilden. In diesen Aesten stecken die Kalkkörperchen, die nicht selten bis in die Hauptstämme hineingetrieben werden. Es konnte kein Flimmern der Gefässe wahrgenommen werden. Jedenfalls steht es fest, dass die Kalkconcremente hier auch im Excretionsapparate stecken und dieses Verhältniss wird wohl bei den Holostomen mit netzartiger Vertheilung der Kalkkörperchen, wie z. B. bei Holostomum cuticola durchgängig dasselbe sein. — Die Kalkkörperchen sind sehr mannigfach gestaltet (Fig. 8): die einen sehen ganz homogen aus, andere zeigen einen deutlich concentrischen Bau, andere endlich

Digitized by Google

bestehen eigentlich aus mehreren Körperchen, die durch eine sie gemeinschaftlich umhüllende Kalkschicht vereinigt sind. Mitunter werden in den Seitenstämmen zellenartige Gebilde angetroffen, welche Kalkkörperchen und feine Kalktheilchen einschliessen (Fig. 8*a*).

Was die systematische Stellung dieses Schmarotzers aus dem Bauchfell des Kaulbarsches anbelangt, so ist die grosse Aehnlichkeit desselben mit dem Thiere, welches von *Steenstrup*[1]) Distoma tardum und von *Filippi*[2]) Tetracotyle genannt wurde, nicht zu verkennen. Die Tetracotyle lebt in Schnecken und wird nicht selten in Ammen von anderen Trematoden angetroffen. Daher ist es gekommen, dass *Steenstrup* dieselbe in den Entwicklungscyclus der Cercaria armata hineinbringen wollte, und dass *Filippi* in ihr ein Thier wollte gefunden haben, welches zum Beruf habe, neue Redien der Cercaria echinatoïdes zu erzeugen. *Moulinié*[3]) hat *Filippi* mit Recht widerlegt und die Tetracotyle für einen Schmarotzer der Trematodenammen erklärt. — Eine Tetracotyle wurde schon in einem Fische, und zwar im Barsche von *Moulinié* gefunden, der unentschieden lässt, ob es dieselbe Art ist wie diejenige der Schnecken. Es erscheint wahrscheinlich, dass alle diese Tetracotylen von einander verschieden sind, und dass noch andere dieser Gruppe angehörende Arten werden aufgefunden werden. Die Tetracotylen aus dem Barsch und dem Kaulbarsch besitzen ein Kalkkörperchennetz, während kein solches bei denjenigen, die in Schnecken gefunden werden, vorkommt. Die Exemplare, welche von *Moulinié* in Paludinen angetroffen wurden, besassen noch keine Spur von Darmkanal; *Filippi* aber fand, ebenfalls in Paludinen, Individuen mit einem dendritischen Darme. Dagegen haben die Tetracotylen aus Perca fluviatilis nach *Moulinié's* und aus Acerina cernua nach meinen Beobachtungen einen einfach gegabelten Darm. Die Tetracotylen sowohl aus dem Barsche wie aus dem Kaulbarsche haben keinen Schlundkopf, allein die Gabelung des Darmes tritt bei den ersteren — wie ich aus *Moulinié's* Zeichnung ersehe — viel näher dem Mundnapfe, als bei den letzteren ein. Das Lagerungsverhältniss der Saugnäpfe scheint ausserdem bei den verschiedenen Tetracotylen ein verschiedenes zu sein und die Hautstacheln wurden bis jetzt nur bei den Schmarotzern des Kaulbarsches gesehen. Endlich wäre auch zu erwähnen, dass die oben angeführte, hinter dem Bauchnapf gelegene Oeffnung bei den Tetracotylen der Schnecken weder von *Steenstrup*, noch von *Filippi* und *Moulinié* gesehen worden ist. Letzterer erwähnt dagegen dieselbe bei den Tetracotylen aus dem Barsche. Es ist indessen wahrscheinlich, dass diese Oeffnung auch bei den ersten Tetracotylen vorkommt und von den Beobachtern übersehen wurde.

1) Loc. cit. p. 46.
2) Mémoire pour servir à l'histoire génétique des Trématodes. — Mém. de l'Acad. de Turin. Série II, t. XV.
3) Loc. cit. p. 94 und 224 u. ff.

Gleichwie die Tetracotylen aus den Schnecken und aus dem Barsche, umhüllt sich die Tetracotyle des Kaulbarsches mit einer gallertartigen, der eigentlichen Haut dicht anliegenden Substanz.

Die Tetracotylen bilden also wie die Diplostomen eine Abtheilung von unreifen Trematoden und es erscheint höchst wahrscheinlich, dass die entsprechenden reifen Formen unter den Holostomen zu suchen sind. Dr. *G. Wagener* lenkte meine Aufmerksamkeit auf die Thatsache, dass die meisten Holostomen mit zwei ohrförmigen, polsterartig verdickten und oft eigenthümlich gestreiften Lappen versehen sind, deren Lagerungsverhältnisse dieselben sind, wie diejenigen der seitlichen Saugnäpfe bei den Tetracotylen. Ob diese polsterartigen Verdickungen wirkliche, ausstülpbare Saugnäpfe darstellen, wurde bis jetzt nicht erkannt. In vielen Fällen scheint es durchaus nicht der Fall zu sein und man müsste dann annehmen, dass die Saugnäpfe der Larve ihre Funktion beim ausgebildeten Thiere einbüssen und zu einem dicken Polster erhärten.

Die oben dargestellten Facta lassen mit Recht vermuthen, dass auch bei den Cestoden ein Zusammenhang zwischen Kalkkörperchen und Excretionssysteme gefunden werden wird. Vergebens habe ich Echinococcen in dieser Beziehung untersucht. Oft sah ich, wie ein Kalkkörperchen einem flimmernden Gefäss die Bahn absperrte, aber ohne jemals mit Bestimmtheit entscheiden zu können, ob das Körperchen auf oder in einer Erweiterung desselben lag. Bei Triaenophorus nodulosus glaubte ich mehrmals den Zusammenhang der Gefässchen mit den Kalkkörperchen mit grösserer Sicherheit zu erkennen, jedoch möchte ich ihn nicht verbürgen.

Vom chemischen Standpunkte aus sind die sog. Kalkkörperchen der Trematoden und Cestoden bis jetzt sehr ungenügend untersucht worden. *Huxley*[1]) hat behauptet, dass sie ursprünglich bei Echinococcus veterinorum aus einer eiweissartigen Substanz bestehen, dass sie aber später verkalken können, eine Angabe, die von *Leuckart*[2]) bestritten wird. Ich möchte *Huxley's* Behauptung nicht geradezu verwerfen, denn die chemische Zusammensetzung der fraglichen Körperchen ist je nach den Species verschieden und es ist leicht möglich, dass sie bei einer und derselben Species je nach den Umständen variiren könne. Die organische Substanz, welche der anorganischen als Träger dient, ist jedenfalls meist stark vertreten. Bei Einwirkung von kaustischem Kali auf die Kalkkörperchen von Diplostomum rachiaeum, volvens und clavatum glaubt man beim ersten Anblick ein Auflösen der Körperchen wahrzunehmen. Diese Erscheinung besteht aber in einem einfachen Durchsichtigwerden, welches

1) Annals and Magazin of Natural History. 2. Ser. XIV.
2) Die Blasenbandwürmer. Giessen 1856.

Digitized by Google

von der Peripherie nach dem Mittelpunkte zu allmälig schreitet; die Körperchen nehmen an Lichtbrechungsvermögen bedeutend ab, bleiben aber hernach da wie zuvor. Dieses beruht offenbar auf einer Auflösung des organischen Trägers durch das Kali. Die incrustirende Substanz ist bei gewissen Thieren regelmässig kohlensaurer Kalk, so z. B. bei Diplostomum rachiaeum, Echinococcus veterinorum, Triaenophorus nodulosus, dem Tetracotyle des Kaulbarsches u. s. w. Bei anderen Würmern aber, so z. B. bei Diplostomum volvens und clavatum habe ich keinen kohlensauren Kalk in den Körperchen finden können. Es lösen sich nämlich dieselben in Säuren ohne Aufbrausen auf. Möglich dass in diesem Falle die incrustirende Substanz phosphorsaurer Kalk ist. Die concentrisch gebauten Körperchen aus Distoma nodulosum lösen sich in Säuren ohne Aufbrausen, dagegen mit einem vorhergehenden Aufquellen der Substanz auf, so dass man kaum in ihnen phosphorsauren Kalk vermuthen dürfte, es sei denn, dass das Aufquellen die organische Basis allein betrifft. Schon *Küchenmeister*[1]) hatte darauf aufmerksam gemacht, dass die sog. Kalkkörperchen sich bei Taenia solium, denticulata, Bothriocephalus latus, punctatus und claviceps ohne Aufbrausen in Säuren auflösen. — Man sieht hieraus, wie ungenügend die wahre Natur der sog. Kalkkörperchen der Trematoden und Cestoden erforscht ist. Es ist ein Gegenstand, der wohl werth wäre, dass die Aufmerksamkeit der Forscher sich darauf richtete, da die genaue Kenntniss der chemischen Beschaffenheit dieser Körperchen ein helleres Licht auf die Funktion des Excretionsapparates werfen dürfte.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Diplostomum rachiaeum aus dem Wirbelkanal des Frosches, mit den Kalkkörperchen in der Haut.
Fig. 2. Excretionsgefässsystem desselben Thieres.
Fig. 3. Die in den Gefässendigungen steckenden Kalkkörperchen, von demselben.
Fig. 4. Diplostomum volvens mit seinen sog. Kalkkörperchen, aus dem Glaskörper von Cyprinus rutilus.
Fig. 5. Die in den Gefässendigungen liegenden Körperchen, von demselben.
Fig. 6. Tetracotyle aus Cysten des Bauchfelles vom Kaulbarsch.
Fig. 7. Vorderer Theil desselben Thieres, stark vergrössert.
Fig. 8. Kalkkörperchen von demselben; *a* zellenartiges Gebilde mit darin enthaltenen Kalktheilchen.

[1]) Archiv für phys. Heilkunde. X. p. 333.

Digitized by Google

Ueber Eibildung und Befruchtung bei den Nematoden.

Vorläufige Mittheilung

von

Edouard Claparède aus Genf.

Der Streit zwischen *Nelson*, *Bischoff* und *Meissner* über die Bildung der Eier und die Befruchtung bei Ascaris mystax hat bis jetzt keine befriedigende Lösung erhalten. Keiner von diesen drei Beobachtern hat irgend was von seinen früheren Angaben zurückgenommen und jeder scheint vielmehr noch entschieden zu behaupten, das Recht sei auf seiner Seite. Bedauernswerth ist es, dass der Kampf nicht immer innerhalb der wissenschaftlichen Schranken blieb und dass zu oft der Leidenschaft freies Spiel gegeben wurde. Dadurch sind gewiss Irrthümer entstanden, die ohnedies niemals entstanden wären.

Neuerdings wurde über den fraglichen Gegenstand eine Mittheilung[1]) von *Allan Thompson* bekannt gemacht, worin der Verfasser die streitigen Punkte ruhig ins Auge fasst und mit grosser Genauigkeit erläutert. Wir halten diese Schrift für das Beste, was über die Befruchtung von Ascaris mystax erschienen ist. *Thompson*, ein Freund von *Nelson*, hat sich in der Diskussion so unparteiisch wie möglich verhalten, dennoch möchte eine Bestätigung seiner Angaben von Seiten eines anderen, ebenfalls unparteiischen Beobachters nicht unerwünscht erscheinen, um so mehr als *Thompson Schneider's* Beobachtungen über die Bewegungen der Spermatozoen bei den Nematoden nicht gekannt, und also nicht berücksichtigt hat. Wenn nun diese Beobachtungen verallgemeinert werden, und wenn man annimmt, dass die amoebenartigen Bewegungen den Zoospermien aller Nematoden zukommen, dann könnte es unwahrscheinlich erscheinen, dass die fingerhutförmigen Körperchen, die von *Nelson*, *Meiss-*

1) Zeitschrift f. wiss. Zoologie. Bd. VIII. Heft 3.

Digiti

ner und *Thompson* für die Samenkörperchen der Ascaris mystax erklärt wurden, die wahren Zoospermien sind. Diese Körperchen haben nämlich eine so constante Form, dass man sich nicht wohl vorstellen kann, wie sie sich amoebenartig bewegen sollten, wenn nicht das Ausstrecken und Einziehen von Fortsätzen sich auf das flockige Ende des Körperchens beschränkt.

1. Histologie der Geschlechtsröhre.

Es ist vor allen Dingen nöthig, die in der Geschlechtsröhre der Nematoden vorkommenden Gewebe genauer zu studiren, um die Frage entscheiden zu können, ob Epithelialgebilde vorkommen, die mit *Bischoff's* Epithelialkegelchen übereinstimmen oder nicht.

Bei den Weibchen besteht die Geschlechtsröhre aus einer wenigstens scheinbar vollkommen strukturlosen Membran. Dass das blinde Ende derselben aus einer Reihe von mit einander verschmolzenen Zellen besteht, wie *Kölliker*[1]) es dargestellt hat, ist gewiss ein Irrthum, dessen Grund *Reichert*[2]) mit Recht in Diffusionserscheinungen suchte. Das blinde Ende ist nicht selten bedeutend verdickt. Eine solche Verdickung kommt fast beständig bei Cucullanus elegans, bei einer unbestimmten Ascaris aus dem Dünndarm von Triton taeniatus u. s. w. vor. Mitunter haben wir das hintere Ende des Keimstockes auch bei Asc. mystax ganz bedeutend verdickt gefunden.

Diese strukturlose Tunica propria wird auf der nach dem Lumen zugekehrten Fläche mit einem Epithelium bekleidet, wie *Lieberkühn*, *Schneider* und *Meissner* es schon bei verschiedenen Nematoden angegeben haben. Bei den meisten Species ist dieses Epithel in der Vagina und dem Uterus sehr deutlich; im Eileiter und Dotterstock ist dessen Wahrnehmung schwieriger. Im oberen Theile des Dotterstockes und im Keimstock haben wir bei keinem einzigen Nematoden einen Epithelialüberzug entdecken können. *Lieberkühn*, der die Verbreitung des Epitheliums bei einem Wurm aus dem Proventriculus von Fulica atra und Anas boschas domestica genauer beschrieb[3]), hat auch niemals dasselbe bis zum obersten Theile der Geschlechtsröhre verfolgen können.

Bei einer Ascarisart haben wir eine Epithelform angetroffen, die beim ersten Anblick *Bischoff*, in seinem Streite mit *Nelson* und *Meissner*, das Wort zu reden schien. Es ist dies die Ascaris suilla aus dem Darme des Schweines. Bei dieser Ascaris sind sowohl die Uteri wie die Eileiter mit grossen 0,10 bis 0,18^{mm} breiten Epithelzellen ausgekleidet, deren jede mit einem 0,018 bis 0,027^{mm} langen Zapfen versehen ist, der in das

1) Beiträge zur Entwicklungsgeschichte wirbelloser Thiere. Müller's Archiv 143.
2) Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Samenkörperchen bei den Nematoden. Müller's Archiv. 1847.
3) Beiträge zur Anatomie der Nematoden. Müller's Archiv 1855.

Digitized by Google

Lumen des Schlauches hineinragt. Die Breite der Zapfen ist der Länge derselben etwa gleich. Es ist nicht zu läugnen, dass eine ziemlich grosse Aehnlichkeit zwischen diesen Zapfen und *Bischoff's* Epithelialkegelchen besteht, nur dass erstere bedeutend grösser sind. Indess ist die Ascaris des Schweines auch bedeutend grösser als diejenige der Katze. Zapfen und Kegelchen weichen jedoch in mancher Hinsicht von einander ab. Diese sollen der Wand der Geschlechtsröhre nur sehr lose anhaften, jene dagegen sitzen auf der Epithelzelle fest, sie werden von einer Verlängerung der Zellmembran gebildet und lassen sich durchaus nicht abstreifen. Die meisten *Bischoff*'schen Epithelialkegelchen werden in der Tuba von Ascaris mystax, angeblich der Zartheit der ursprünglichen Verbindung wegen, frei gefunden. Es gelang uns aber nicht, die Zapfen der Ascaris suilla von ihrer Grundlage zu trennen. Endlich ist ein Umstand zu erwähnen, der genügend beweist, dass Zapfen und Kegelchen mit einander nichts zu schaffen haben. Bei gewissen weiblichen Individuen von Ascaris suilla nämlich — und zwar, wie wir später sehen werden, bei den unbefruchteten Individuen — kommen nicht nur die Zapfen der Epithelzellen, sondern auch *Bischoff's* Epithelialkegelchen vor. Diese sind bedeutend kleiner als jene, und es war nicht möglich, eine Beziehung derselben zu dem Epithel zu erkennen.

Meissner hat schon bei Ascaris megalocephala ein zottiges Epithel erwähnt, welches dem eben beschriebenen Epithelialüberzug von Asc. suilla wahrscheinlich sehr ähnlich ist.

Bei Ascaris mystax bietet das Epithelium nichts Aehnliches dar; es ist vielmehr dasselbe vollkommen glatt, und *Nelson*[1]) hat es sehr genau beschrieben und abgebildet. Ebenso wenig wie *Nelson*, *Meissner* und *Thompson* haben wir uns trotz der entgegengesetzten Angabe von *Bischoff* und *Leuckart* überzeugen können, dass die sog. Epithelialkegelchen der Wand jemals aufsitzen.

Die äussere Fläche der Tunica propria wird im unteren Theile der Geschlechtsröhre von einer contractilen Schicht bekleidet. Diese Schicht besteht bei vielen Species (Ascaris suilla, A. mystax, Oxyuris vermicularis etc.) aus leicht nachweisbaren Muskelfasern. Bei anderen Arten erscheint sie vollkommen strukturlos oder einfach körnig, wie *Meissner* es schon bei Gelegenheit des Uterus von Mermis nigrescens und verschiedener Gordiusarten bemerkte. Mitunter jedoch, wie z. B. bei Cucullanus elegans kann man eine unbestimmte Anordnung der Körnchen in Querreihen erkennen, woraus man sehr leicht auf die Vermuthung geführt werden dürfte, dass diese Körnchenreihen schwer sichtbaren Muskelfasern entsprechen. Es war jedoch nicht möglich, diese vermuthlichen Muskelfasern durch Reagentien nachzuweisen.

1) The reproduction of the Ascaris mystax. Philosophical Transactions Part. II. 1855.

Digitized by Google

Endlich hätten wir die körnigen Längsfalten des Dotterstockes von Ascaris mystax zu erwähnen, die auch bei Ascaris suilla vorkommen. Da jedoch *Nelson* diese Falten mit der Dotterbildung hat in Zusammenhang bringen wollen, so wollen wir denselben unsere Aufmerksamkeit widmen, wenn wir auf die Bildung des Dotters zu sprechen kommen werden.

Die männliche Geschlechtsröhre ist histologisch ganz gleich beschaffen wie die weibliche. Nur fallen die Zapfen der Epithelzellen bei der männlichen Ascaris suilla weg. Bei einer Ascaris aus dem Darme von Lota vulgaris, die wir für Asc. mucronata halten, besteht die Muskelschicht aus spindelförmigen Zellen, welche an die glatten Muskelzellen der höheren Thiere erinnern. Jede Zelle ist mit einem bis $0{,}016^{mm}$ grossen, mehrere Kernkörperchen enthaltenden Nucleus versehen. — Der Theil der männlichen Geschlechtsröhre von Ascaris suilla, der dem Dotterstocke der weiblichen entspricht, ist wie letzterer mit körnigen Längsfalten versehen.

Wir wollen noch erwähnen, dass drei bis vier grosse eiförmige Zellen an der Basis der Spicula gewisser Nematoden vorkommen. Ihre Bedeutung ist noch vollkommen räthselhaft. Vielleicht müssen sie als einfache Drüsen betrachtet werden. Solche Zellen werden z. B. bei Ascaris suilla gefunden, wo sie selbst eine Länge von $0{,}23^{mm}$ erreichen. Bei Ascaris mucronata sind sie gegen $0{,}18^{mm}$ lang, aber schmal.

Nach einer mündlichen Mittheilung von Dr. *Guido Wagener* hat derselbe ähnliche Gebilde bei verschiedenen Nematoden ebenfalls wahrgenommen.

2. Bildung der Eier.

Man kann die Nematoden bezüglich der Eibildung in zwei Abtheilungen bringen. Die eine umfasst diejenigen Arten, deren Eier im Dotterstock um eine centrale Rhachis angeordnet sind, die andere wird von denjenigen Species gebildet, die keine Rhachis haben. Man kann im Allgemeinen behaupten, dass alle Nematoden, deren Dotterstock mehrere Eier in demselben Querschnitt zeigt, der ersten Categorie, während diejenigen, bei denen jeder Querschnitt ein einziges Ei trifft, der zweiten angehören. Wir werden uns namentlich mit den Species der ersten Abtheilung beschäftigen. Hier finden wir wieder die zugleich berühmte und berüchtigte Ascaris mystax und neben derselben die Ascaris suilla. Wir wollen lieber letztere zum Gegenstand unserer Untersuchung wählen, da sie sich dazu besser eignet als die erstere. Die Rhachis ist nämlich bei jener viel dicker als bei dieser, und schimmert als eine dunkle Säule in der Achse des Dotterstockes durch die Wandungen des Organes durch.

So wenig wie *Bischoff* und *Thompson* haben wir *Meissner's* weibliche Keimzellen wieder finden können. Der Keimstock ist voll blasiger Elemente, die später die Keimbläschen der sich bildenden Eier werden. Aber Bilder, die für *Meissner's* Ansicht irgendwie hätten sprechen können, wurden niemals bemerkt. Wie die Keimbläschen zuerst entstehen, liess sich zwar nicht ermitteln. Wir halten es nur für wahrscheinlich, dass sie sich durch Theilung vermehren. *Nelson's* Angabe glauben wir widersprechen zu müssen, wonach die Keimflecke zuerst entstehen, welche sich erst später mit einer Membran umgeben, um die Keimbläschen zu bilden.

Indem die Keimbläschen in der Geschlechtsröhre herabsteigen, umgeben sie sich mit einer körnigen Substanz, dem ersten Dotterrudiment. Da, wo diese Ablagerung zuerst stattfindet, fängt eigentlich der Dotterstock an. Es besteht aber keine rechte Grenze zwischen Keim- und Dotterstock. Schon im sog. Keimstock sind die Keimbläschen durch eine zähe, durchsichtige Substanz mit einander verbunden, die nichts anderes ist als der erste Anfang der Dotterablagerung. Allmälig erscheinen innerhalb dieser zähen Grundsubstanz kleine Körnchen, die ersten Dotterkörnchen, welche bald so überaus zahlreich werden, dass es nicht mehr möglich ist, die Keimbläschen zu erkennen. Der Inhalt der Eierstocksröhre erscheint dann einförmig granulös. Wenn die Röhre durchschnitten wird, quillt dieser Inhalt als eine zusammenhängende Masse heraus. Wenn man nun ein etwas weiter nach unten gelegenes Stück der Eierstocksröhre betrachtet, so findet man grössere in der Axe des Organes angeordnete Körnchen. Es ist der erste Anfang der Rhachis, die allmälig breiter und dunkler wird, während die Peripherie der Inhaltsmasse mamelonirt erscheint. Beim Zerreissen der Geschlechtsröhre mittelst Nadeln merkt man nun, dass diese Inhaltsmasse aus pyramidenförmigen Eiern besteht, deren Spitze der Rhachis anhaftet, und deren Basis jedes Mal eine halbkugelförmige Erhabenheit an der Peripherie bildet. Es frägt sich jetzt, ob diese Rhachis eine wirkliche, oder nur eine scheinbare ist, wie *Meissner* es behauptet. — Die Rhachis ist eine wirkliche: darüber kann kein Zweifel obwalten. Bei Ascaris suilla, wo die Rhachis sehr dick ist, gelingt es leicht, vermittelst Nadeln die meisten Eier von der Rhachis abzustreifen und lange Stücke derselben frei zu bekommen. Man kann sich dann überzeugen, dass die Rhachis eine wirklich zusammenhängende Säule bildet, und dass sie nicht aus einer Reihe von Keimzellen besteht. Bei Ascaris mystax, wo die Rhachis weit dünner ist, gelingt freilich diese Präparation nicht so leicht; doch sind auch hier die Verhältnisse genau dieselben. Sowohl bei Ascaris mystax, wie bei Ascaris suilla, aber namentlich bei letzterer, ist es leicht, die sternförmigen Eiergruppen zu bekommen, die *Meissner* abgebildet und für Keimzellen mit den daran hängenden Eiern erklärt hat. Es sind aber blosse Kunstproducte, die man durch Abreissen kleiner Stücke der Rhachis nach

Digitized by Google

Belieben darstellen kann. — Es ist sehr auffallend, dass *Meissner*, obgleich er diese Verhältnisse bei Strongylus armatus sehr genau erkannte, seine durchaus falsche Theorie dennoch aufrecht hielt.

Bischoff und *Meissner* haben darüber wacker gestritten, ob die Eier innerhalb des Dotterstockes mit einer Dotterhaut versehen sind oder nicht. Es ist aber unserer Ansicht nach ein Streit um des Kaisers Bart, der schon viel zu viel Worte gekostet hat, der aber so weit gediehen ist, dass er ihrer noch mehr kosten wird. — Es wäre wünschenswerth gewesen, dass die Kämpen, bevor sie sich zum Kampfe rüsteten, sich klar gemacht hätten, was sie unter Membran verstehen. Es ist das ein Gedanke, der sich unwillkürlich aufdrängt, wenn man *Thompson's* Aufsatz liest. Dieser Forscher läugnet nämlich[1]) die Existenz der Membran, weil die Oberfläche der Eier gerade wie diejenige eines Proteus (Amoeba) aussieht. Dadurch wird aber die Schwierigkeit keineswegs gehoben, denn keine Frage ist heutzutage so unentschieden, als die der An- oder Abwesenheit einer umhüllenden Membran bei den Amoeben. Noch vor kurzer Zeit hat *Auerbach*[2]) Gründe für die Anwesenheit derselben vorgebracht. Gesetzt also *Auerbach's* Ansicht sei die richtige, so würde *Thompson's* Bemerkung *Nelson* nicht mehr zum Schutz gereichen, sondern viel mehr unvermuthet für *Meissner* sprechen.

Eine Membran ist eine dünne Schicht einer Substanz, deren chemische oder physikalische Eigenschaften (Zähigkeit, Festigkeit, Dichtigkeit u. s. w.) von jenen der ihr auf beiden Seiten angrenzenden Medien sich scharf unterscheiden. Die Peripherie einer Amoebe wird ohne Zweifel durch eine dichtere Schicht gebildet als das übrige Körperparenchym. Aber es erscheint nicht unwahrscheinlich, dass das Parenchym stufenweise von innen nach aussen an Dichtigkeit zunimmt, und dass die äussere dichtere Schicht gegen das innere weniger feste Parenchym sich nicht abgrenzt. In diesem Falle ist keine eigentliche Membran vorhanden. Man kann nur von einer dichteren Schicht oder Region reden. *Mohl* hat diese Verhältnisse bei den Pflanzen schon berücksichtigt und jede dichtere, äussere Schicht, die sich von der inneren Substanz nicht abgrenzen lässt, unter dem Namen Pellicula von dem Begriff Membran unterschieden. Die Bezeichnung Pellicula ist vielleicht nicht sehr glücklich gewählt.

Die Eier von Ascaris mystax und Asc. suilla verhalten sich unseres Erachtens in dieser Beziehung gerade wie die Amoeben. Es sind im Dotter zweierlei Dinge, zuerst die Dotterkörnchen und dann eine durchsichtige, farblose, bindende Zwischensubstanz zu unterscheiden. Die äussere Schicht der Eier wird nur von letzterer gebildet; es sind in ihr durchaus keine Dotterkörnchen enthalten. Aus dieser Schicht hat *Meiss-*

1) Loc. cit. p. 485.
2) Ueber die Einzelligkeit der Amoeben. Zeitschrift für wiss. Zool. 7ter Bd. 4. Heft.

ner seine Dotterhaut gemacht. Es ist aber wie gesagt keine Haut, sondern nur die nach aussen allmälig dichter werdende Zwischensubstanz. Gerade deshalb, weil diese Zwischensubstanz in der Peripherie dichter ist, dringen nicht die Dotterkörnchen bis in die äussere Schicht hinein.

Alle Beobachter kommen darin überein, dass die Eier im unteren Theile der Tuba mit einer Haut umgeben sind. Diese Haut kommt dadurch zu Stande, dass die äussere, körnerlose Dotterschicht sich gegen das Innere des Eies scharf abgrenzt. Wo aber die Differenzirung anfängt, das ist schwer zu sagen. Deswegen kann *Bischoff* einigermaassen mit Recht behaupten, dass die Eier im Dotterstock von keiner Membran umgeben sind, da die Membran vom Dotter noch nicht nachweisbar differenzirt ist. Auf der anderen Seite hat *Meissner* nicht geradezu Unrecht, wenn er die Anwesenheit der Membran vertheidigt, da dieselbe doch schon im Werden ist.

Wenn *Meissner* die Dotterkörnchen in seinen vermeintlichen Keimzellen gebildet werden lässt, so wollen dagegen *Nelson* und *Bischoff* die Bildungsstätte dieser Körnchen in den körnigen longitudinalen Vorsprüngen des Dotterstockes finden. *Thompson*, der eine Ablagerung der Dottersubstanz von aussen annimmt, handelt vorsichtiger, indem er sich nicht zutraut, über den Ort der Bildung der Dotterkörnchen irgendwie zu entscheiden. — Wir glauben nicht, dass die Dotterkörnchen von den longitudinalen Vorsprüngen gebildet werden können, weil freie Dotterkörnchen zwischen der Wand der Geschlechtsröhre und der Eiersäule niemals vorkommen. Ausserdem müssten die Körnchen zuerst in die äussere körnerlose Dotterschicht eindringen, wenn die Ablagerung von aussen her statt fände, während man nichts dergleichen beobachtet. Dass im oberen Theile der Geschlechtsröhre die Körnchen überall um die Keimbläschen herum gebildet werden, ist nicht zu bezweifeln, aber sobald die Rhachis auftritt, glauben wir dieselbe für die Bildungsstätte der Dotterkörnchen in Anspruch nehmen zu müssen. Sie ist verhältnissmässig (bei Ascaris suilla) sehr breit und dicht mit Dotterkörnchen erfüllt, viel dichter sogar als die Eier selbst. Im unteren Theile des Dotterstockes, da wo die Eier sich abschnüren, verschwindet die Rhachis. Was ist dann aus ihrem Inhalte geworden? Es ist derselbe in die entsprechenden Eier übergegangen und wir glauben, dass jedes neue Dotterkörnchen, welches in einem Ei erscheint, aus der Rhachis herübergekommen ist. Diese Ansicht weicht von derjenigen *Meissner's* nicht bedeutend ab. In beiden Fällen entstehen die Dotterkörnchen in der Rhachis, nur ist diese Rhachis das eine Mal eine wirkliche, und das andere Mal eine scheinbare.

Die Frage der Micropyle bei den Ascarideneiern ist eine sehr wichtige, da *Meissner's* Befruchtungstheorie gänzlich davon abhängt. Eine Micropyle, wie sie *Meissner* beschreibt, das heisst ein Loch in einer Membran existirt freilich nicht, da wir keine wirkliche Membran zu erkennen vermochten. Dadurch wird zwar *Meissner's* Theorie noch nicht gefährdet,

da ein Riss in der äusseren, dichteren Dotterschicht die Verrichtung einer wahren Micropyle sehr wohl übernehmen könnte. Aber selbst in diesem beschränkten Sinne können wir die Micropyle nicht gelten lassen. Das Ei schnürt sich allmälig von der Rhachis ab, so dass die Brücke zwischen beiden stufenweise dünner und endlich gleich Null wird. Es bleibt dann kein Riss in der äusseren Schicht zurück, sondern die Stelle der angeblichen Micropyle wird von dieser Schicht wie das übrige Ei überkleidet.

Die Veränderungen, welche das Ei im unteren Theile des Eileiters erleidet, werden wir weiter unten zugleich mit der Befruchtung besprechen.

Unter den Nematoden, in deren Dotterstock eine Rhachis zu finden ist, wollen wir hier noch den Cucullanus elegans erwähnen. *Siebold* führt schon in seiner vergleichenden Anatomie diesen Wurm unter denen an, die eine Rhachis im Dotterstocke haben, theilt aber nichts Näheres darüber mit. Es musste deshalb befremden, dass die beiden Schriftsteller, die sich mit den Eiern des Cucullanus elegans umständlich befasst haben, *Kölliker*[1]) nämlich und *Gabriel*[2]), mit keinem Worte eine Rhachis erwähnen.

Das blinde Ende der Eierstocksröhre ist bei Cucullanus mit hellen Bläschen, den Keimbläschen mit ihren Keimflecken erfüllt. Zwischen diesen Bläschen befindet sich schon da eine durchsichtige Substanz, wodurch selbe umhüllt werden. Es ist der erste Anfang der Dotterbildung und schon kann man bei einiger Aufmerksamkeit zarte Linien unterscheiden, welche die Eichen begrenzen. Eine Unterscheidung von Keim- und Dotterstock ist also hier praktisch vollkommen unmöglich. Dass die Keimbläschen in der oberen Hälfte des Eierstockes der Keimflecke ermangeln, wie *Gabriel* es behauptet, ist jedenfalls irrig. Dieser Forscher hat sogar *Bagge* des Irrthums bezüchtigt, weil er die Keimflecke im Keimstock von Strongylus auricularis und Ascaris acuminata wollte beobachtet haben. Indessen kann sich ein Jeder von der Richtigkeit von *Bagge's* Angabe leicht überzeugen. — Andererseits haben wir eben so wenig die Beobachtung *Kölliker's* bestätigen können, der die Keimflecke vor den Keimbläschen selbst entstehen lässt.

Indem die Eier in der Geschlechtsröhre herabrücken, nehmen sie dadurch, dass der farblose, durchsichtige Dotter sich rasch bildet, schnell an Durchmesser zu. Sie bilden dann eine zusammenhängende Masse. Wenn man von dieser Masse ein Ei abreisst, so erkennt man an demselben eine birnförmige Gestalt und einen kurzen dünnen Stiel. Bei vorsichtiger Behandlung der Eiermasse mit Nadeln oder durch sanftes Drükken vermittelst des Deckgläschens gelingt es nicht selten, die Eier aus einander zu bringen, so dass man erkennen kann, wie die Eier eine zier-

1) Loc. cit. Müller's Archiv 1848.
2) De Cucullani elegantis vivipari evolutione. Auctore Benno Gabriel. Berolini 1858.

Digitized by Google

liche Traube bilden. Die Traube besteht gleichsam aus überaus dünnen, zarten Aestchen und dicken Beeren. In der Achse der Geschlechtsröhre kommen die Aestchen zusammen und bilden einen Hauptstamm, die hier sehr dünne Rhachis. Da diese Rhachis und deren Aestchen nicht nur sehr zart, sondern auch, wie die Dottersubstanz bei Cucullanus elegans, farblos sind, so sind sie nicht immer sehr leicht zu erkennen. Dies gelingt aber sogleich, wenn man die Eiertrauben durch Jodlösung färbt.

Von den Nematoden, bei denen der Dotterstock immer nur eine einzige Reihe von Eiern enthält, wollen wir hier nicht reden, da die Eibildung bei denselben von *Siebold* und *Bagge* schon genügend erläutert wurde.

3. Bildung der Samenkörperchen.

In Bezug auf die Bildung der Samenkörperchen stossen wir sogleich auf einen Streit, der das Gegenstück desjenigen ist, welchen wir bei Gelegenheit der Eibildung schon besprochen haben. Die Einen behaupten, die Samenkörperchen seien von Anfang an mit einer Membran umgeben, die Anderen wollen von dieser Membran nichts wissen. Die Hauptvertreter der letzteren Ansicht sind *Siebold*, *Nelson*, *Bischoff*, *Thompson*. *Reichert* und *Meissner* bekennen sich zur ersteren. Die Wahrheit scheint hier wiederum in der Mitte oder, wenn man will, auf beiden Seiten zu liegen.

Den Angelpunkt der ganzen Diskussion bildet hier wiederum die Ascaris mystax. Leider haben wir nur wenige Katzen zur Verfügung gehabt und immer nur weibliche Ascariden darin gefunden. Da wir jedoch männliche Individuen von Ascaris suilla erhalten haben, so ist diese Lücke leicht zu verschmerzen. Die reifen Samenkörperchen beider Species nämlich sind einander so gleich, dass es vollkommen unmöglich ist, sie zu unterscheiden; daher darf man wohl annehmen, dass der Entwicklungsgang in beiden Fällen wesentlich derselbe sein wird.

Das blinde Ende der Geschlechtsröhre ist voll kleiner farblosen Bläschen. Von den männlichen Keimzellen *Meissner's* kann gar keine Rede sein. Es war uns eben so unmöglich wie *Nelson*, *Bischoff* und *Thompson*, sie zu finden, und es ist nicht wahrscheinlich, dass sie so vielen Beobachtern hätten entgehen können. Indem die farblosen Bläschen in der Geschlechtsröhre herunterrücken, umgeben sie sich mit einer körnigen Masse, die aus stark lichtbrechenden Körnchen und einer farblosen Zwischensubstanz besteht. Der Inhalt der männlichen Geschlechtsröhre ähnelt dann vollkommen dem Inhalte des Dotterstockes, um so mehr, als die werdenden Samenkörperchen birnförmig gestaltet sind, und deren Spitze nach der Achse des Organes zu gerichtet ist. Die Spitzen kleben mehr weniger an einander, ohne dass eine eigentliche Rhachis dadurch entsteht. Jedes Körperchen sieht jetzt wie ein Ei aus: das helle Bläschen

schimmert durch, wie ein Keimbläschen durch den Dotter. Diese Ablagerung von Körnchen hat *Siebold* zuerst bei Ascaris paucipara beschrieben. Er fand aber — offenbar mit Unrecht — einen Widerspruch bei *Reichert*. Letzterer beobachtete aber Strongylus auricularis und Ascaris acuminata, deren Samenelemente verhältnissmässig klein sind. Bei Ascaris paucipara und Asc. suilla sind dagegen die verschiedenen Entwicklungsstadien der Samenelemente bedeutend grösser und lassen deshalb eine viel grössere Sicherheit der Beobachtung zu.

Im unteren Theile des Hodens runden sich die früher birn- oder vielmehr pyramidenförmigen Körperchen ab; der Kern (das helle Bläschen) verschwindet vollkommen. Jedes Körperchen stellt dann eine körnige Kugel dar. Die Körnchen wandern bald alle nach einer bestimmten Seite der Kugel hin, so dass dieselbe eine helle durchsichtige Sphäre darstellt, die an einer gewissen Stelle ihrer Peripherie mit einem Haufen Körnchen versehen ist. Es ist dies das Stadium, welches *Meissner's* reifen Keimzellen entspricht. Die Kugel zeigt dann eine sehr scharfe Contur, *a well defined margin*, wie *Nelson* sagt. Dennoch läugnet *Bischoff* wiederum hier die Anwesenheit einer Membran, und nennt die Kugel eine Sarkodekugel. Die Frage ist schwer zu entscheiden. Wir würden uns bestimmt gegen die Annahme einer umhüllenden Membran erklären, so lange die Ablagerung von Körnchen um das ursprüngliche Bläschen noch statt findet. Aber ob die äussere Schicht der Kugeln im unteren Abschnitte des Hodens oder im sog. Ductus deferens zu einer Haut erhärtet oder nicht, ist schwer zu entscheiden. Wir glauben vielmehr, dass hier dasselbe Verhältniss wie bei den Eiern im Dotterstock eintritt, und dass die Kugel nach der Peripherie zu allmälig an Dichtigkeit zunimmt.

Nelson behauptet, dass die Kerne (die ursprünglichen hellen Bläschen) der Körperchen persistiren, um sich innerhalb der weiblichen Genitalien von ihrer körnigen Hülle zu befreien und als Spermatic-cells wieder zu erscheinen. Das ist gewiss ein Irrthum. Der Kern verschwindet schon sehr früh und es ist dann keine Spur mehr davon zu finden.

Bisher hat man keine weitere Entwicklung der Samenkörperchen in den männlichen Geschlechtstheilen beobachtet. Die folgenden Stadien wurden immer in den weiblichen Genitalien angetroffen. Wir waren aber glücklicher als die bisherigen Beobachter, in so fern als wir bei Ascaris suilla die Entwicklung der Samenkörperchen in der Samentasche des Männchens weiter verfolgen konnten. Nachdem die hellen Kugeln mit Körnchenhaufen sich durch Theilung vermehrt haben, gelangen sie in die Samenblase. Sie können dann als Entwicklungszellen der Zoospermien betrachtet werden. Von irgend einem Punkte des Körnchenhaufens erhebt sich ein kleiner gewölbter Vorsprung, der allmälig zu einem fingerförmig gestalteten Körper heranwächst. Wir haben nicht bemerken können, dass dieser Vorsprung eine Membran vor sich her-

treibt, wodurch die Frage der An- oder Abwesenheit der Membran hätte gelöst werden können. Vielmehr löst sich sehr bald die Kugel auf, so dass der Körnchenhaufen mit dem darauf sitzenden fingerförmigen Körper frei wird. Nicht selten trifft man Körnchenhaufen, die zwei bis vier fingerförmige Körper tragen, ohne dass wir uns hätten überzeugen können, dass alle diese Körper von einer und derselben Zelle herstammen. Möglich ist es, dass solche Gruppen dadurch zu Stande kommen, dass mehrere Körnchenhaufen an einander kleben und gleichsam verschmelzen. Jedoch haben wir niemals bemerkt, dass die mehrere fingerförmige Körperchen tragenden Körnchenhaufen grösser gewesen seien als diejenigen, die mit einem einzigen versehen waren. Endlich findet man lose fingerförmige Körperchen, welche den Körnchenhaufen nicht mehr anhaften. Es haben dieselben die grösste Aehnlichkeit mit den fingerhutförmigen Körperchen, die in den weiblichen Genitalien gefunden werden (*Bischoff's* Epithelialkegelchen). Nur sind sie etwas länger. Dieser Unterschied ist aber unwesentlich, sobald man bedenkt, dass die fingerhutförmigen Körperchen des Weibchens an dem einen Ende mit einem flokkigen Wesen versehen sind. Gesetzt ein kleiner Theil des fingerförmigen Körpers nehme eine flockige Beschaffenheit an, so wird es nicht mehr möglich sein, denselben von einem fingerhutförmigen Körperchen zu unterscheiden. Innerhalb der männlichen Genitalien wurde keine weitere Entwicklung beobachtet.

Bischoff hat behauptet, er habe seine Epithelialkegelchen bei Strongylus auricularis und Ascaris nigro-venosa, wiewohl etwas anders gestaltet wieder gefunden. Bei Strongylus auricularis kommen die kegelförmigen zuerst von *Bagge* und *Reichert* beschriebenen Samenkörperchen, doch nicht nur in den weiblichen, sondern auch massenhaft in den männlichen Geschlechtsorganen vor. Ein Anhaften derselben an der Wandung der Geschlechtsröhre wurde niemals beobachtet. Die Entwicklung dieser Körperchen ist ziemlich verwickelt und unsere Beobachtungen stimmen hierüber mit denjenigen *Reichert's* nicht vollkommen überein. *Reichert* war in der Idee befangen, dass die Theile der meisten Zoospermien, nämlich der Kopf und der Schwanz, auch bei den Samenkörperchen von Strongylus auricularis wieder zu finden seien, wodurch manche Irrthümer entstanden sind. Ein solcher Vergleich zwischen diesen Samenkörperchen und den geschwänzten Zoospermien ist nicht zulässig. Bei letzteren ist der Schwanz der bewegende, der Kopf der passiv bewegte Theil. Wir werden weiter unten sehen, dass, wenn die Samenkörperchen von Strongylus auricularis anfangen sich zu bewegen, gerade der Theil sich bewegt, den *Reichert* den Kopf nannte, während der sog. Schwanz nachgeschleppt wird.

Vorläufig werden wir uns mit diesen Bemerkungen begnügen, ohne auf eine genauere Beschreibung des Entwicklungsganges dieser Samenkörperchen einzugehen. Wir wollen nur noch hinzufügen, dass das letzte

Digitized by Google

Entwicklungsstadium, welches bei den Männchen angetroffen wird, Körper darstellt, die man mit einem langgestreckten Kegel oder besser vielleicht, da die Spitzen meist umgebogen sind, mit dem Horn einer Gemse vergleichen kann.

4. Von der Befruchtung.

Es ist eine der schönsten Errungenschaften der Physiologie der neueren Zeit, dass es mehreren Forschern gelang, bei verschiedenen Thieren nachzuweisen, dass ein Eindringen eines oder mehrerer Zoospermien die erste Bedingung der Befruchtung sei. Es möchte dennoch heutzutage noch etwas voreilig sein, wenn man den allgemeinen Satz aufstellen wollte, dass ohne unmittelbares Eintreten des Spermatozoons selbst keine Befruchtung möglich sei. Wir brauchen nur auf die gewaltigen Zoospermien gewisser Salamander hinzuweisen, und namentlich auf diejenigen der Cyprisarten, die so ungemein gross sind, dass sie nicht nur das Ei, sondern auch das ausgewachsene Thier selbst an Länge bedeutend übertreffen. Solche Fälle machen es nicht unwahrscheinlich, dass unter Umständen nicht das Zoospermion selbst, sondern nur ein Theil oder ein Ausfluss desselben des Eindringens theilhaftig wird.

Unter den Species, bei denen das Eindringen der Zoospermien in das Ei beobachtet wurde, hat die Ascaris mystax eine Hauptrolle gespielt. Es ist jetzt unsere Pflicht, zu untersuchen, in wie weit wir *Nelson's* und *Meissner's* Beobachtungen bezüglich dieses Eindringens einen unbedingten Glauben schenken dürfen.

Es drängen sich uns zwei Fragen auf: erstens, sind die Körperchen, die nach *Nelson* und *Meissner* die Befruchtung vermitteln, die wirklichen Zoospermien? und zweitens, dringen diese Körperchen wahrhaftig in die Eier hinein, oder wenigstens sind *Nelson's* und *Meissner's* Beobachtungen über deren Eindringen entscheidend?

Schon haben wir angedeutet, wie wir die erste Frage beantworten. Wir stimmen hierüber *Nelson* und *Meissner* vollkommen bei und halten die fingerhutförmigen Körperchen für ächte Zoospermien. Es wurde schon gezeigt, dass diese Körperchen mit dem Epithel nichts zu schaffen haben; dadurch wird aber noch keineswegs nachgewiesen, dass sie zum Befruchtungsakt in irgend einer Beziehung stehen. Wir haben in der Erläuterung dieser Frage einen grossen Nutzen von den nicht befruchteten Weibchen gehabt. Alle Weibchen von Ascaris mystax, die wir untersucht haben, waren zwar befruchtet, wie man es leicht an den in den Eiern eingetretenen Veränderungen erkennen konnte. Dagegen haben wir über zwanzig Weibchen von Ascaris suilla erhalten, deren Eier nicht die geringste Veränderung zeigten, die man auf einen Einfluss der Befruchtung hätte beziehen können, und deshalb haben wir diese Weibchen für unbefruchtet gehalten. Es fanden sich nur zwei Weibchen aus

dem Schweine vor, deren Eier, den schon erlittenen Veränderungen nach, offenbar befruchtet waren. Auffallend war es, dass unter den ersteren Ascariden keine einzige in ihren Genitalien fingerhutförmige Körperchen enthielt. Bei den beiden letzteren war dagegen der Eileiter mit solchen dicht erfüllt. Unser Freund Dr. *de la Valette* hat ein ganz ähnliches Factum bei Ascaris mystax beobachtet. Er fand nämlich ein Weibchen, welches er dem Zustande der Eier nach für unbefruchtet halten musste: dasselbe enthielt kein einziges fingerhutförmiges Körperchen. — Wenn man einerseits diese Thatsachen ins Auge fasst und sich andererseits die äusserste Aehnlichkeit vergegenwärtigt, die zwischen dem letzteren Entwickelungsstadium der Zoospermien innerhalb der männlichen Geschlechtsorgane bei Ascaris suilla und den fraglichen fingerhutförmigen Körperchen besteht, dann muss man die Ueberzeugung gewinnen, dass letztere die wahren, reifen Zoospermien sind. Dass das scharf abgeschnittene Ende des fingerförmigen Samenkörperchens des Männchens, wenn dieses Körperchen in die weiblichen Geschlechtsorgane gelangt, eine flockige Beschaffenheit annimmt, und zum flockigen Ende des fingerhutförmigen Zoospermions wird, wurde zwar nicht direkt beobachtet. Die Wahrscheinlichkeit dieser Veränderung wird aber dadurch zur Gewissheit erhoben, dass wir einen ganz ähnlichen Prozess bei den Samenkörperchen des Strongylus auricularis unmittelbar beobachtet haben.

Es ist bemerkenswerth, dass diese Thatsachen *Bischoff* nicht vollkommen unbekannt geblieben sind. Er hat selbst eine Ascaris mystax in den Händen gehabt, deren Eier[1]) allem Anschein nach nicht befruchtet waren, und die Geschlechtsorgane derselben enthielten auch keine von den angeblichen Epithelialkegelchen. Dennoch hielt *Bischoff* an seiner Ansicht fest und nahm an, dass die Kegelchen deshalb fehlten, weil das Weibchen unreif wäre. Einen Beweis dafür glaubt er in der Thatsache zu finden, dass die Eier ganz anders ausgesehen haben als sonst: das Chorion sei nicht granulös, wie gewöhnlich, sondern lamellös und dünn gewesen. Es ist dies kein Beweis; jedoch ist die Bemerkung interessant, indem wir sogleich zeigen werden, dass bei manchen Nematoden der Mangel der Befruchtung die Bildung eines abnormen Chorions nach sich zieht.

Dass die unbefruchteten Ascariden, die wir beobachtet haben, nicht unreif waren, ist ganz gewiss. Die meisten waren sehr gross; mehrere darunter überschritten sogar das Maximum der Länge, welches sonst dieser Species zugeschrieben wird, ganz bedeutend.

Das Schicksal der Eier bei Ascaris suilla ist, je nachdem sie befruchtet worden sind oder nicht, ein verschiedenes. Wir wollen zuerst das befruchtete Ei betrachten.

1) Ueber Ei- und Samenbildung und Befruchtung bei Ascaris mystax. Zeitschrift f. wiss. Zool. Februar 1855.

Sobald das Ei die Stelle überschritten hat, wo die Befruchtung eintritt, umgiebt es sich mit einer deutlichen Membran. Es ist dieselbe keine Neubildung, kein von der Tuba ausgeschiedenes Gebilde: es will uns vielmehr scheinen, als ob diese Haut nur durch eine schärfere Abgrenzung der schon oben besprochenen, äusseren, dichteren Dotterschicht entsteht. Jedenfalls ist die Bildung dieser Membran keine unmittelbare Folge der Befruchtung, denn sie tritt ebenfalls bei den unbefruchteten Weibchen ein. Nur schien diese Membran bei letzteren dünner und zarter zu sein. Um diese Membran herum bildet sich eine zweite, wahrscheinlich von der Wandung der Geschlechtsröhre abgesonderte, das Chorion. Dieses Chorion erreicht eine beträchtliche Dicke und ist glatt an der Oberfläche. Zugleich zeigt sich eine moleculäre Veränderung innerhalb des Dotters. Letzterer war vor der Befruchtung vollkommen undurchsichtig und erschien deshalb unter dem Mikroskop beinahe schwarz. Allmälig aber werden nach der Befruchtung die Dotterkörnchen weniger stark lichtbrechend und dadurch erscheint der Dotter heller und durchsichtiger. Ein helles Bläschen wird zugleich mitten in demselben sichtbar.

In den unbefruchteten Weibchen umgiebt sich das Ei eigentlich mit keiner zweiten Membran. An der Stelle derselben lagert sich eine dicke Schicht einer flockigen, weisslichen, etwa wie lockere Baumwolle aussehenden Substanz. Diese Schicht erhärtet niemals zu einem wahren Chorion. Zwischen den Eiern befinden sich hie und da lose Klumpen dieser eigenthümlichen Substanz. Kleine lichtbrechende Körperchen sind dann und wann in derselben eingelagert. Diese unbefruchteten Eier bleiben immer tief dunkel und hellen sich niemals auf; auch nehmen sie meist keine so regelmässig ovale Gestalt an, wie die befruchteten.

Diese Einwirkung der befruchtenden Körperchen auf die Bildung des Chorions bietet um so mehr Interesse dar, als sie an eine ganz ähnliche Erscheinung auf dem Felde der Botanik erinnert: *Pringsheim*[1]) hat bekanntlich entdeckt, dass die ruhenden Sporen der Vaucherien zuerst vollkommen nackt im Sporangium da liegen und sich erst dann mit einer Membran umgeben, wenn die Spermatozoiden durch die Micropyle in das Sporangium eingedrungen sind. Ganz ähnliche Beobachtungen hat *Pringsheim*[2]) bei Oedogonien gemacht.

Wir können nicht unterlassen, die unbefruchtete Ascaris mystax hier wieder zu erwähnen, die von *Bischoff* beobachtet worden ist, und deren Eier nach den Angaben dieses Forschers ein abnormes, nicht granulöses, sondern lamellöses Chorion besassen. Schon *Nelson* hatte auf einen Unterschied im Bau des Chorions bei den Eiern von Ascaris mystax, je nachdem dieselben befruchtet worden sind oder nicht, aufmerksam ge-

1) Ueber die Befruchtung der Algen. — Monatsbericht der Berliner Akademie. März 1855.

2) Monatsbericht der Berliner Akademie der Wissenschaften. 1856.

Digitized by Google

macht. Seine Angaben jedoch weichen von denjenigen *Bischoff's* beträchtlich ab. Er beschreibt das Chorion seiner falschen, d. h. unbefruchteten Eier (false eggs) als granulös, während dasjenige der befruchteten vollkommen glatt sein soll. Hier müssen wir uns entschieden gegen *Nelson* aussprechen. Die Weibchen von Ascaris mystax, die uns zu Gebote standen, waren alle befruchtet, aber bei keinem einzigen erschien das Chorion der Eier glatt, sondern es zeigte dasselbe stets eine sehr deutliche Struktur. Bei starker Vergrösserung erwies sich diese Struktur als eine zierliche Facettirung der Oberfläche. Die Facetten sind uhrglasförmig, leicht concav; sie sind eben so wohl auf der inneren wie auf der äusseren Fläche des Chorions sichtbar. Je nach den Individuen sind sie grösser oder kleiner. Wenn sie sehr klein sind, kann man nicht leicht erkennen, was man vor sich hat, und man kann sich alsdann dazu verführen lassen, die Struktur als granulös zu bezeichnen, oder gar feine Kanäle im Chorion zu vermuthen. Sobald aber Individuen angetroffen werden, bei denen die Facetten 0,004,—0,005^{mm} breit sind, ist kein Zweifel mehr möglich. — Es muss also dahin gestellt bleiben, ob *Nelson's* false eggs der Befruchtung wirklich entgangen waren.

Es liegt keinesweges in unserer Absicht, diesen Einfluss des Befruchtungsaktes auf die Bildung des Chorions als ein Allgemeines darzustellen. Es kommen Nematoden vor, bei denen sich die Eier auch in den unbefruchteten Weibchen mit einem ganz regelmässigen Chorion umgeben. So z. B. Oxyuris vermicularis u. a. m.

Wir haben unsere Aufmerksamkeit auf die Art und Weise, wie die Befruchtung zu Stande kommt, ganz besonders gerichtet, aber ohne zu irgend einem positiven Resultat gelangen zu können. Es konnte namentlich Nichts aufgefunden werden, woraus man mit einiger Wahrscheinlichkeit hätte schliessen können, dass die Zoospermien in den Dotter eindringen. Es ist ein anerkannter Grundsatz, dass eine positive Beobachtung durch eine negative nicht umgestossen werden kann; auch werden wir deswegen *Nelson's* und *Meissner's* Angaben noch keinesweges für unwahrscheinlich erklären. — Es möge nichtsdestoweniger uns vergönnt sein, die Untersuchungen beider Forscher einer gesunden Kritik zu unterwerfen, um zu sehen, in wie fern dieselben eine genaue Prüfung überstehen können und ob sie das wirklich beweisen, was sie beweisen sollen.

Gesetzt, dass die fingerhutförmigen Körperchen in den Dotter eindringen, so fragt es sich vor allen Dingen, ob dieses Eindringen *Nelson's* oder *Meissner's* Beschreibung gemäss geschieht. *Nelson* fand zahlreiche an der Oberfläche der Eier anhaftende Samenkörperchen, was wir sehr gern glauben, da diese Körperchen vermittelst ihres flockigen Endes an fremden Gegenständen sehr leicht adhäriren. Dieses Anhaften an allen möglichen Körpern ist sogar die Ursache des Irrthums, worin *Bischoff*, *Leuckart* und *Eckhard* verfallen sind. *Nelson* aber geht noch weiter: er

will gesehen haben, wie die Samenkörperchen die Oberfläche des Dotters eindrückten und schliesslich in denselben von allen Seiten her eindrangen. Es waltet kein Zweifel ob, dass *Nelson's* Abbildung und Beschreibung genau sind. Jedoch fragt es sich, ob dieser Forscher mit einer naturgemässen oder mit einer zufälligen Erscheinung zu thun gehabt hat. Wenn wir *Nelson's* Abbildung genauer ins Auge fassen, so können wir nicht umhin, das letztere für das wahrscheinlichere zu halten. Sie stellt offenbar zerdrückte Eier dar, und dass Zoospermien in ein zerdrücktes Ei zufällig hineingerathen, kann nicht befremden. — *Thompson* ist vorsichtiger als sein Freund gewesen: er hat wohl das Anhaften der Samenkörperchen an der Oberfläche der Eier beobachtet, Risse der äusseren Dotterschicht bemerkt, aber er wagt nicht zu behaupten, dass er Samenkörperchen in dem Dotter selbst gesehen habe; ja er glaubt nicht einmal, dass man diese Erscheinungen in Zusammenhang mit dem Befruchtungsakte nothwendig bringen solle. Es will uns übrigens scheinen, als ob *Nelson* und *Thompson* ihre Beobachtungen durch die Wandung des Eileiters selbst anstellten. Diese Art der Beobachtung ist freilich nicht zu vernachlässigen, um die gegenseitige Lage der verschiedenen Theile des Inhaltes zu erkennen, allein sie ist nicht genügend, da sie der Undurchsichtigkeit wegen einen ziemlich starken Druck und also eine Verletzung des Objektes erheischt. Wenn man die Wandung des Eileiters unter reinem, oder besser leicht salzigem Wasser aufschneidet, so dass die Eier ohne Zwang herausfliessen, dann findet man die Eier mit zerrissener Oberfläche, die *Nelson* abbildet, nicht. Man sieht auch dann, dass das Anhaften von Samenkörperchen an den Eiern keinesweges so häufig ist, wie die beiden englischen Beobachter es behaupten. Namentlich kann man sich überzeugen, dass dieses Anhaften einzig und allein vermittelst des flockigen Endes statt findet.

Wir glauben also *Meissner* beistimmen zu müssen, wenn er *Nelson's* Beschreibung des Eindringens der Samenkörperchen in den Dotter bestreitet. Es bleibt noch zu untersuchen, ob *Meissner's* Darstellung selbst sich unseres Beifalls mit grösserem Rechte erfreuen darf.

Es wurde schon gezeigt, dass die *Meissner*'sche Micropyle nicht existirt. Dadurch wird jedoch noch keinesweges nachgewiesen, dass nicht die Zoospermien gerade an der Stelle, wo *Meissner* seine sog. Micropyle angenommen hat, in den Dotter eindringen. *Meissner* behauptet, die Samenkörperchen haften an der Stelle der angeblichen Micropyle viel öfter als an irgend einer anderen, und dieses Anhaften werde durch die Kappe des Körperchens erleichtert. Dieser Forscher beschreibt nämlich, wie man sich erinnern wird, die Bildung der Samenkörper auf eine ganz andere Art und Weise als wir es gethan: Er lässt das Samenkörperchen sich innerhalb der Entwicklungszelle bilden. Indem es wächst, muss es eine krumme Gestalt annehmen, bis es sich plötzlich gerade streckt und sein vorderes Ende die Zellmembran durchbohrt. Letztere geht des-

Digitized by Google

wegen doch nicht verloren, sondern soll als Kappe auf dem Körperchen sitzen bleiben. Diese Kappe haben wir indessen nicht sehen können, und wir müssen deren Anwesenheit durchaus bestreiten. Ein einziges Mal unter Tausenden von Samenkörperchen der Ascaris mystax kam eines vor, das *Meissner's* Abbildungen ziemlich entsprach und mit einer Kappe versehen war. Wir können aber in diesem vereinzelten Falle nur eine abnorme Bildung erkennen.

Meissner hat mehrere Eier abgebildet, auf deren angeblicher Micropyle ein Samenkörperchen sitzt. Ohne die Richtigkeit der Abbildungen beanstanden zu wollen, müssen wir jedoch sagen, dass uns niemals etwas Aehnliches vorgekommen ist. Dagegen beobachteten wir mehrfach bei Ascaris suilla eine Erscheinung, die vielleicht ein ganz anderes Licht auf *Meissner's* Zeichnungen werfen dürfte. Nicht selten nämlich werden bei unbefruchteten Weibchen Eier angetroffen, die noch die Pyramidengestalt darbieten, obgleich ihre Dotterhaut schon gebildet ist, und deren Apex sehr lang ist. Solch ein Ei erinnert an *Meissner's* Zeichnungen von Eiern mit auf der Micropyle sitzenden Samenkörperchen vollkommen. Mitunter zieht sich der Dotter im Apex von der Membran etwas zurück, und dann wird die Aehnlichkeit mit einem *Meissner*'schen Samenkörperchen, das seine Kappe anhat, noch bedeutender. Nichtsdestoweniger ist es gewiss, dass dieser Vorsprung der Apex des Eies und kein Samenkörper ist, denn diese Beobachtung wurde stets bei Weibchen gemacht, deren Genitalien sonst Nichts enthielten, was man als ein Samenkörperchen hätte ansprechen können. Ein genaueres Beobachten lehrt übrigens, dass es sich hier um ein Ausstossen eines Dottertheiles handelt. Der Apex schnürt sich nämlich allmälig ab, so dass er endlich nur noch durch eine schmale Brücke mit dem Ei zusammenhängt. Bald verschwindet auch diese. Es lagert sich dann um das abgeschnürte Stück ein falsches Chorion, gerade wie um das unbefruchtete Ei, ab. Deshalb findet man oft bei den Weibchen von Ascaris suilla ausser den gewöhnlichen Eiern eine ganze Anzahl von Körperchen, die gerade wie die Eier gebildet, aber winzig klein sind. Es sind keine verkümmerten Eier, sondern ausgestossene Dottertheile von normal grossen Eiern. Es ist dies eine Erscheinung, die mit dem Ausschliessen eines kleinen Dotterstückes zusammenfällt, welches man bisher bei vielen Thieren beobachtet hat. *Fr. Müller's* sog. Richtungsbläschen ist nichts Anderes als ein solches ausgestossenes Dotterstück. — Wir wollen nicht behaupten, dass ähnliche Eier wie die eben beschriebenen *Meissner's* Abbildungen zu Grunde gelegen haben, aber doch ist dies nicht ganz unwahrscheinlich.

Was am meisten zu Gunsten *Meissner's* spricht, das ist seine Angabe, dass er unzweifelhafte Samenkörperchen im Inneren von Eiern gesehen hat. Wir haben kein Recht, die Richtigkeit einer solchen Angabe zu bezweifeln, obgleich die unzweifelhafte Erkenntniss eines Samenkörperchens innerhalb des Dotters nicht immer eine ganz leichte Sache sein

Digitized by Google

möchte. Wenn wirklich *Meissner* Samenkörperchen in gewiss nicht verletzten Eiern angetroffen hat, so ist dies ein unumstösslicher Beweis, dass die Zoospermien, es sei auf diesem oder jenem Weg, in das Ei eindringen. — Eine einzige unter *Meissner's* Abbildungen stellt ein unzweifelhaftes Samenkörperchen innerhalb des Eies dar. Im Texte jedoch giebt der Verfasser an, er habe mitunter drei bis vier Samenkörperchen in einem und demselben Ei von Ascaris mystax angetroffen und er habe sich seitdem (namentlich bei Ascaris megalocephala) überzeugt, dass meist mehrere (dann und wann sogar zehn) Zoospermien in ein und dasselbe Ei eindringen. Leider ist es nicht ersichtlich, ob sich diese Behauptung auf eine direkte Beobachtung stützt, oder ob der Verfasser das gleichzeitige Eindringen mehrerer Samenkörper daraus erschlossen hat, dass er die angeblichen Produkte ihrer Metamorphose in den Eiern gefunden hat. Wenn die letzte Alternative die richtige ist, wie das wahrscheinlich erscheint, so steht die ganze von *Meissner* aufgestellte Befruchtungstheorie auf sehr schwachen Füssen, wie das sogleich gezeigt werden soll.

Sowohl *Nelson* wie *Meissner* sahen die Samenkörperchen nach ihrem Eindringen in den Dotter ganz bedeutende Veränderungen erleiden. Nach *Nelson's* Darstellung büssen sie ihre charakteristische Gestalt ein, und verwandeln sich endlich in unregelmässige, durchsichtige, aber stark lichtbrechende Klumpen. *Meissner* fasst diese Veränderungen als eine allmälige Fettmetamorphose zusammen. Der Samenkörper erleidet nach ihm stufenweise eine Umwandlung in einen Fetttropfen.

Beim ersten Anblick kann man nicht umhin, eine grosse Uebereinstimmung in der Darstellung beider Schriftsteller zu finden, eine Uebereinstimmung, die um so mehr zu Gunsten der Beobachtung scheint gedeutet werden zu müssen, als sonst die beiden genannten Forscher denselben Weg zu gehen nicht gewohnt sind. Diese Uebereinstimmung ist aber nur eine scheinbare. *Nelson* nahm an, wie man sich erinnern wird, dass in jedem Weibchen eine gewisse Anzahl Eier der Befruchtung entgehen. Es sind seine falschen Eier (false eggs). Es zeigen sich bald in denselben nach *Nelson's* Angabe die Symptome einer Rückbildung. Das Keimbläschen verschwindet und an dessen Stelle erscheint eine gewisse Anzahl durchsichtiger Kügelchen, die wie Oeltropfen aussehen. Der Verfasser meint, diese Kügelchen seien ein Erzeugniss einerseits des verschwundenen Keimbläschens und andererseits einer eintretenden Trennung zwischen Dotteröl und Dotterkörnchen. Er fügt hinzu, dass man diese Tropfen mit den durch die Umwandlung der Samenkörperchen entstandenen Klümpchen nicht verwechseln kann, weil letztere unregelmässig gestaltet sind und niemals die gleichmässige Contur eines Oeltropfens zeigen.

Man sieht jetzt ein, dass die Oeltropfen in *Nelson's* falschen Eiern eine viel grössere Aehnlichkeit mit *Meissner's* in Fett verwandelten Zoo-

spermien haben, als die Klumpen, welche *Nelson* durch die Umwandlung der Zoospermien entstehen lässt. *Meissner* hat auch dies richtig anerkannt, und deshalb läugnet er, dass *Nelson's* false eggs unbefruchtet gewesen seien. Die darin enthaltenen Oeltropfen sind für ihn umgewandelte Samenkörper.

Unter allen diesen einander widersprechenden Angaben sind wir im Stande, nur diejenigen *Nelson's* in Bezug auf seine falschen Eier mit Sicherheit zu bestätigen. Wenn *Meissner's* Theorie richtig wäre, so müsste jedes oder beinahe jedes Ei im unteren Theile der Tuba und im Anfang des Uterus einen oder mehrere Fetttropfen enthalten. Dies ist aber keinesweges der Fall. Es sind bei weitem die wenigsten Eier, die solche Tropfen einschliessen. Dagegen konnten wir bei den unbefruchteten Weibchen von Ascaris suilla die Bildung von Oeltropfen in viel grösserem Maassstabe verfolgen. Nicht selten trifft man solche Individuen, in deren Uterus die meisten Eier mit einem oder mehreren Tropfen versehen sind. Diese Tropfen sind den *Meissner*'schen vollkommen identisch. Nicht selten trifft man solche, die grösser sind als 4 bis 5 Samenkörperchen zusammengenommen. — Hier wiederum zeigt sich also das Studium von unbefruchteten Weibchen von grossem Nutzen und es ist zu bedauern, dass die bisherigen Beobachter dasselbe vernachlässigten. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass das Auftreten von Oeltropfen in dem Ei als ein Zeichen zu betrachten ist, dass dasselbe sein Ziel verfehlt hat, dass es dem Absterben und der Rückbildung anheimfällt. Wir können nicht behaupten, dass die wenigen Eier, worin sich Oeltropfen bei den befruchteten Weibchen bilden, der Befruchtung entgangen sind, denn auch diese haben sich mit dem normalen Chorion umgeben, welches erst nach eingetretener Befruchtung sich bildet. Aber es lässt sich leicht denken, dass ein befruchtetes Ei aus irgend einer Ursache verkümmern und absterben kann. Es ist also nicht unmöglich, dass die fraglichen Eier als verkümmert betrachtet werden müssen.

Von befreundeter Seite ist uns eine Bestätigung für unsere Beobachtungen zugekommen: Dr. *de la Valette* hatte ein unbefruchtetes Weibchen von Ascaris mystax erhalten und fand in den Eiern desselben die Bildung von Oeltropfen in grossem Maassstab. Dadurch sah sich *de la Valette*, ganz unabhängig von unseren Untersuchungen, veranlasst, *Meissner's* ganze Theorie der Umwandlung der Spermatozoen in Zweifel zu ziehen.

Es soll nicht geläugnet werden, dass die Samenkörperchen eine Fettmetamorphose eingehen können. Hie und da findet man in den Genitalien der Weibchen freie, fettig aussehende Körperchen, die möglicher Weise durch Umwandlung von Samenkörperchen entstanden sind. Aber es fragt sich auch dann, ob diese Umwandlung eine nothwendige Stufe in dem Entwicklungscyclus des Samenkörperchens, oder ob die Fettmetamorphose nicht eine Folge des Absterbens desselben ist. Wie es auch

Digitized by Google

sein mag, so müssen wir *Meissner's* Beobachtungen für ungenügend erklären, da er die Bildung von Oeltropfen in unbefruchteten Eiern nicht erkannte, und die Frage wird nicht ungerechtfertigt erscheinen, ob irgend einer der von *Meissner* in Ascarideneiern beobachteten Oeltropfen durch die Umwandlung von Samenkörperchen jemals entstanden sei.

5. Von den Bewegungen der Samenkörperchen.

Bis jetzt haben *Schneider's* Beobachtungen über die Bewegungen der Samenkörperchen bei den Nematoden[1]) weder Bestätigung noch Widerlegung gefunden. Es ist kaum möglich die Genauigkeit der Beobachtungen in Zweifel zu ziehen, da der Bericht selbst von einer grossen Sorgfalt in der angestellten Untersuchung zeugt. Jedoch kann man sich noch immer fragen, ob die fraglichen Körperchen wirkliche Zoospermien oder vielleicht auch fremde Wesen, Schmarotzer gewesen, und zweitens, ob die beobachteten Bewegungen normal waren.

Immer mehr hat man sich in der neueren Zeit mit dem Gedanken vertraut gemacht, dass die einfachsten Elemente der organischen Natur nicht selten mit einer eigenen Contractilität begabt sind, die an die Bewegungsart der Amoeben erinnert. So haben wir noch neuerdings durch *Leuckart*[2]) und *Kölliker*[3]) solche Erscheinungen bei den Leberzellen des Kaninchens, bei den Zellen des Mantels der Ascidien und bei den zellenartigen Bindegewebszellen des Zitterrochens kennen gelernt. Die von *Schneider* entdeckten Bewegungserscheinungen bei den Samenkörperchen der Nematoden würden also nur ein neues Glied in dieser Reihe von Beobachtungen sein.

Nicht *Schneider*, sondern *Bischoff* versuchte zuerst einen Vergleich zwischen Amoeben und Samenkörperchen der Nematoden. *Bischoff* aber hatte bei diesem Vergleich blosse Diffusionserscheinungen im Sinne, die er bei den Samenkörperchen von Ascaris mystax wahrgenommen hatte, und seine Beobachtungen haben mit denjenigen *Schneider's* Nichts zu schaffen.

Schneider's Vorschriften gemäss haben wir die zu untersuchenden Thiere bald in Eiweiss, bald in Kochsalz- oder Zuckerlösung aufgeschnitten. Niemals gelang es, bei irgend einer Species Bewegungserscheinungen der aus der Samenblase des Männchens genommenen Samenkörperchen wahrzunehmen. Dasselbe war *Schneider* auch begegnet. Das Ergebniss war aber ein ganz anderes, sobald Samenkörperchen aus der Tuba oder dem Uterus zum Gegenstand der Beobachtung genommen wurden. Unter den untersuchten Species eignet sich die eine ganz vor-

1) Monatsbericht der preussischen Akademie der Wissenschaften. April 1856.
2) Die Blasenbandwürmer und ihre Entwicklung. Giessen 1856. p. 121.
3) Sur les mouvements particuliers des cellules plasmatiques etc. Gazette hebd. de médecine. No. 48. 1856.

Digitized by Google

züglich zur Untersuchung der fraglichen Bewegungserscheinungen. Es ist dies der Strongylus auricularis, den wir deshalb hier näher ins Auge fassen wollen.

Es fällt zuerst auf, wie viele verschiedenartige Körperchen ausser den Eiern selbst innerhalb der weiblichen Genitalien vorkommen. Schon *Bagge*[1]) gab an, dass die Samenblase des Männchens ganz anders gestaltete Körperchen enthält, als diejenigen, welche er beim Weibchen für Samenkörperchen in Anspruch zu nehmen geneigt war. Die ersten sind die kegelförmigen, der Gestalt nach oft einem Gemsenhorn ähnlichen Körperchen, welche schon oben erwähnt wurden. Die zweiten stellen runde, mit einem länglichen Kerne versehene Zellen dar. Diese Beobachtung *Bagge's* ist vollkommen richtig, doch unvollständig. Nicht nur die gekernten Zellen nämlich, sondern auch ganz ähnliche Körperchen, wie diejenigen aus der männlichen Samenblase, und ausserdem noch andere unregelmässige, deren Gestalt nicht wohl zu beschreiben ist, kommen in den weiblichen Genitalien vor. Wenn man die Körperchen der letzteren Art beobachtet, so nimmt man sehr bald an ihnen das Ausstrecken und Einziehen von Fortsätzen, mit einem Worte die *Schneider*'schen amoebenartigen Bewegungen wahr. Nicht alle bewegen sich zugleich, vielmehr ruhen die meisten, doch trifft man gewöhnlich sogleich Individuen, die in der Bewegung begriffen sind. Die Bewegungen sind meist langsam und träge. Jedoch sieht man nicht selten ein Körperchen, dessen Bewegungen bisher höchst langsam und bedächtig waren, plötzlich lebhafter werden und ziemlich behende und rasch hinter einander mehrere Gestaltveränderungen vollziehen, um sich gleich hinterher der alten Trägheit wieder hinzugeben.

Es ist leicht, sich zu überzeugen, dass es sich hier nicht um Diffusionserscheinungen handelt, wie diejenigen, die *Bischoff* bei Ascaris mystax beschrieben hat. Die Bewegungserscheinungen gehen nämlich stundenlang vor sich, und werden sogar meistens lebhafter, wenn die Samenkörperchen eine Stunde in der Flüssigkeit zugebracht haben. Dass die Körperchen keine Schmarotzer sind, lässt sich gerade bei Strongylus auricularis leicht nachweisen, weil dessen Samenkörperchen sehr charakteristisch gestaltet sind. Man findet nämlich alle Uebergänge von den unbeweglichen Formen der Zoospermien bis zu den beweglichen Körperchen, wie dies *Schneider* schon angedeutet hat. Man trifft zuerst in den weiblichen Geschlechtsorganen kegelförmige und gemsenhornförmige Körperchen mit scharf abgeschnittener Basis, die mit den Zoospermien des Männchens vollkommen übereinstimmen. Ferner begegnet man in den weiblichen Genitalien anderen ganz gleich gestalteten Körperchen, deren Basis aber nicht einfach abgestutzt, sondern etwas ausgebreitet und gelappt ist. Schon diese Form ist bewegungsfähig. Es ist nur der kleinere

1) De evolutione strongyli auricularis et Ascaridis acuminatae. Erlangae 1841.

gelappte Theil, der sich bei der Bewegung betheiligt. Die kegel- oder hornförmige Spitze verhält sich ganz passiv, wird nachgeschleppt, vollzieht aber keine eigene Bewegung. Die weitere Umwandlung des Samenkörperchens besteht darin, dass die gelappte, bewegungsfähige Basis immer grösser wird, während die unbewegliche Spitze in demselben Verhältniss abnimmt. Die starre Spitze löst sich allmälig in den beweglichen, unregelmässigen Theil auf. Endlich verschwindet die Spitze vollkommen und das Körperchen sieht vollkommen amoebenartig aus. Der Umwandlungscyclus ist damit noch nicht geschlossen. In dem amoebenartigen Körperchen erscheint nämlich bald ein Kern, der sich allmälig in die Länge zieht. Das Körperchen ballt sich dann kuglig zusammen und streckt seine Fortsätze nur von einer bestimmten Seite seiner Oberfläche aus. Die Aehnlichkeit zwischen einem solchen Samenkörperchen und *Bagge's* gekernten Zellen ist so auffallend, dass sie Keinem entgehen wird. Es kann kein Zweifel darüber obwalten, dass das sich amoebenartig bewegende Körperchen in eine solche Zelle übergeht. Es fragt sich nun, ob die gekernte Zelle ein vollkommener Ruhezustand des Samenkörperchens, oder ob sie selbst noch bewegungsfähig ist. Darüber können wir kein Urtheil fällen. Wir haben wohl gekernte mit ganz kurzen Fortsätzen versehene Zellen gesehen, die noch bewegungsfähig waren, aber es ist uns noch nicht gelungen, das Ausstrecken von Fortsätzen durch gekernte Zellen wahrzunehmen, die vorher mit keinem einzigen Fortsatz versehen waren.

Es kommen übrigens mitunter Weibchen vor, in denen die letzten Formen des Umwandlungscyclus der Zoospermien fehlen. Das sind ohne Zweifel solche, die erst seit kurzer Zeit befruchtet wurden.

Ganz ähnliche Beobachtungen haben wir bei einer Ascaris aus dem Darme von Bufo cinereus gemacht, die mit der Ascaris acuminata verwandt und vielleicht mit der Ascaris commutata *Diesing* eine und dieselbe Species ist.

Schneider's Beobachtungen bei Cucullanus elegans haben wir ebenfalls bestätigt, obgleich es hier der Kleinheit der Samenkörperchen wegen schwerer fällt, sich von dem Ausstrecken und Einziehen der Fortsätze zu überzeugen.

Endlich wollen wir noch hinzufügen, dass *Wagener* und *Lieberkühn*, nach mündlicher Mittheilung, die Entdeckung *Schneider's* bei dem Thier, welches von letzterem in seinem Aufsatze unter dem Namen Angiostoma limacis Duj. erwähnt wurde, vollkommen bestätigt haben. Nur behaupten sie, der fragliche Wurm sei kein Angiostoma, sondern ein noch nicht beschriebener Nematod.

Schneider's Entdeckung der Bewegungsfähigkeit der Samenkörperchen bei den Nematoden kann also nicht in Zweifel gezogen werden. Es fragt sich nur noch, ob diese Bewegungsfähigkeit den Samenkörperchen aller Nematoden zukommt. Vergebens haben wir in dieser Beziehung

die Samenkörperchen von Ascaris suilla und Ascaris mystax untersucht. Wir haben keine Spur von Bewegung an denselben wahrnehmen können. Nichtsdestoweniger möchten wir keineswegs diesen Samenkörperchen jede Bewegungsfähigkeit absprechen. Das flockige Ende derselben erinnert allzusehr an die gelappte Basis der Samenkörperchen von Strongylus auricularis, als dass man nicht in ihm ein Bewegungsorgan vermuthen dürfte. Vielleicht sind die Bewegungen bei diesen Zoospermien so langsam, dass sie uns entgangen sind. Vielleicht auch haben wir nicht den richtigen Concentrationsgrad der angewandten Kochsalzlösung getroffen.

6. Rückblick.

Wir wollen zum Schlusse die Hauptergebnisse dieser Mittheilung zusammenfassen:

1. *Bischoff's* Epithelialkegelchen sind Samenkörperchen, wie *Nelson*, *Meissner* und *Thompson* es mit Recht behauptet haben.

2. *Meissner's* weibliche Keimzellen existiren nicht. Die von diesem Forscher gegebene Darstellung der Eibildung bei den Nematoden muss als durchaus verfehlt betrachtet werden.

3. Die im Dotterstock gewisser Nematoden vorkommende Rhachis ist niemals eine scheinbare im Sinne *Meissner's*, sondern immer eine wirkliche.

4. *Meissner's* Micropyle bei den Eiern von Ascaris mystax existirt nicht. *Bischoff* und *Thompson* haben mit vollem Rechte deren Existenz bestritten.

5. Ob die Befruchtung der Eier durch Eindringen der Samenkörperchen zu Stande kommt oder nicht, steht dahin. Jedenfalls erscheinen die von *Nelson* und *Meissner* hierüber mitgetheilten Beobachtungen unzureichend, um das Eindringen festzustellen.

6. *Meissner's* Theorie der Umwandlung der Samenkörperchen in Fett ermangelt jedes festen Grundes und kann dieselbe durchaus nicht aufrecht erhalten werden.

7. Die Bildung von Fetttropfen geht in den unbefruchteten Eiern in grossem Maassstabe vor sich.

8. *Schneider's* Mittheilung über Bewegungserscheinungen an den Samenkörperchen gewisser Nematoden beruht auf sehr genauen Beobachtungen, die nicht nur durch die unserigen, sondern auch durch diejenigen von *G. Wagener* und *N. Lieberkühn* bestätigt werden.

Digitized by Google

Ueber das Vorkommen von Anguillulen in erkrankten Blüthenköpfen von Dipsacus fullonum L.

Von

Dr. **Julius Kühn** in Bunzlau.

Mit Tafel VII. C.

Die Weberkarde, Dipsacus fullonum L., leidet zuweilen an einer Krankheit, welche als Kernfäule bezeichnet wird. Diese Krankheit ist characterisirt durch ein allmäliges Missfarbigwerden und Vertrocknen der Blüthenköpfe. Das Markgewebe derselben wird dabei gebräunt und die Blüthchen welken und sterben frühzeitig ab. Die Bräunung des Zellgewebes beginnt am Blüthenboden und schreitet nach Innen vor, bis das ganze Mark davon ergriffen ist. Die Krankheit tritt in nassen Jahren häufiger auf als in trockenen, ihre Ursache sucht man daher gewöhnlich in einer zu feuchten Witterung; wo dieser Erklärungsgrund nicht ausreicht, da glaubt man die Krankheit durch einen zu kräftigen Boden veranlasst.

Ich fand Gelegenheit, diese Krankheitserscheinung Ende Juli und Anfang August v. J. an einigen Exemplaren von Dipsacus fullonum im öcon. botan. Garten zu Poppelsdorf bei Bonn zu untersuchen.

Die erkrankten Blüthenköpfe liessen in den verkümmerten Fruchtknoten sowie am Blüthenboden unmittelbar an der Anheftungsstelle der Blüthchen, selbst weiter nach Innen im Markgewebe kleine weissliche Stellen erkennen, die dem blosen Auge wie das dichtgehäufte Mycelium eines Fadenpilzes erschienen. Als ich jedoch diese weissliche Substanz unter das Mikroskop brachte, war ich nicht wenig überrascht, in jedem Partikelchen eine Masse dicht verschlungener Anguillulen zu finden. Sie schienen anfangs leblos zu sein, denn die zerrenden und ruckweisen Bewegungen, welche durch den Zutritt von Wasser hervorgebracht wurden,

Digitized by Google

waren rein mechanischer Art. Nach kurzer Zeit jedoch begann ein reges Leben; ein Würmchen nach dem anderen fing an sich zu strecken und zu regen und bald bewegte sich Alles munter durcheinander. Trocknete das Wasser ein und befeuchtete man die Würmchen dann wieder, so wiederholte sich der Vorgang; man konnte dieselben auf diese Weise zu wiederholten Malen aus einem scheinbar leblosen Zustande zur lebhaften Bewegung übergehen lassen. Hielt man die Thierchen dauernd unter Wasser, so behielten sie ihre Lebensthätigkeit noch am zweiten Tage, starben dann aber in dem ihnen fremden Aufenthaltsorte ab. — Dagegen blieben die in den abgepflückten und trocken gewordenen Kardenköpfen noch befindlichen Anguillulen lebensfähig. Ich habe wiederholt im Herbst und Winter, und zwar jedesmal ganz ohnfehlbar, die Anguillulen aus den trockenen Kardenköpfen aufleben sehen. Noch jetzt, Ende März, sind sie leicht zur regsten Lebensthätigkeit zu bringen, obgleich die noch vorhandenen Reste der Kardenköpfe nun 8 Monate bereits trocken und während des Winters in der geheizten Stube aufbewahrt wurden. Dabei ist es auch gleichgültig, ob die Köpfe unversehrt erhalten wurden. Die Anguillulen jedes Stückchens leben eben so gut auf, wie früher die aus den unversehrten Köpfen genommenen. Sie erwachen übrigens nur bei nicht zu niedriger Temperatur zum Leben; bei + 5° R. sah ich sie regungslos liegen, während sie alsbald sich bewegten, wenn sie in ein wärmeres Zimmer gebracht wurden. Es währt jedoch auch im warmen Zimmer jetzt etwas länger, ehe die Bewegung der Thierchen beginnt. In der Regel vergehen nach dem Befeuchten 50—55 Minuten, ehe die ersten Regungen erfolgen. — Die Würmchen liegen trocken in sehr mannigfaltigen Formen in den Häufchen vereinigt, bald spiralig, seltener schraubenförmig aufgerollt, bald unregelmässig hin und her gebogen, oder mehr oder weniger ausgestreckt und durcheinander gekreuzt. Bringt man solch ein Häufchen ins Wasser, so fährt es auseinander und man kann die einzelnen regungslosen Würmchen schon mit dem blosen Auge als kleine zarte Fäserchen erkennen. Ihre ersten wirklichen Bewegungen sind langsam und steif, sie strecken sich allmälig aus und biegen sich unbeholfen hin und her. Bald aber werden ihre Bewegungen geschmeidig und lebhaft, sie richten den Kopf dabei wie suchend bald da, bald dorthin, beugen den Körper in verschiedenen unregelmässigen Windungen, rollen sich auch wohl theilweis, namentlich am Hintertheil zusammen. Ihre Bewegungen sind nicht schwimmend, sondern wurmförmig kriechend. — Die Würmchen sind verschiedener Grösse, man findet gleichzeitig in frischen Kardenköpfen Männchen und Weibchen, Geschlechtslose und Eier. In den eingetrockneten Kardenköpfen fand ich die letzteren in verschiedenen Entwickelungsstufen noch bis im October, später jedoch nicht mehr, dagegen sehr jugendliche Würmchen, so dass die Entwickelung der Eier auch durch das Eintrocknen der frisch gebrochenen Köpfe nicht ganz unterbrochen, wenn auch wahrscheinlich verlangsamt wurde. Das

Digitized by Google

Legen der Eier scheint schon im Sommer beendet zu sein, denn ich fand im August keine weiblichen Individuen mehr, in denen ich Eier hätte erkennen können. Das Eierlegen geschieht nicht gleichzeitig, man findet in demselben Häufchen Eier, die eine Zerklüftung des Dotters noch nicht zeigen, und andere, in denen die Embryonen schon vollkommen entwickelt sind, und ebenso findet man die geschlechtslosen Würmchen von der verschiedensten Grösse in einem Häufchen vereinigt. Die Bewegungen der geschlechtslosen Anguillulen sind ungleich lebhafter als die der männlichen und weiblichen; denn obgleich man auch diese sich deutlich bewegen sieht, so liegen sie doch meist ruhig und ihre Regungen sind träg und langsam.

Nach Allem, was ich über die Kardenfäule beobachtet habe, sind die Anguillulen die Ursache dieser Krankheitserscheinung. Dafür spricht auch die Analogie mit gewissen Krankheiten anderer Gewächse, bei denen ebenfalls Anguillulen beobachtet wurden. Bekanntlich erzeugt Anguillula Tritici[1]) eine eigenthümliche Krankheit des Weizens, das Gichtigwerden desselben. In den erkrankten Aehren sind die Körner zum Theil oder sämmtlich missgebildet; sie sind kleiner, zugerundet, schwarz und bestehen aus einer dicken harten Schale, deren Inhalt eine weisse Substanz bildet. Diese Substanz ist von staubigfaseriger Beschaffenheit und geht beim Befeuchten mit Wasser zu feinen Körperchen auseinander, die sich unter dem Mikroskope als Anguillulen ausweisen, auf dieselbe Weise, wie die der Karden allmälig zum Leben gelangen und sich lebhaft zu bewegen beginnen. — An wildwachsenden Pflanzen finden sich ähnliche Krankheitserscheinungen. So entdeckte *Steinbuch* in abnorm vergrösserten Blüthchen von Agrostis sylvatica einen dunkelvioletten cylindrischen oder länglich-conischen kleinen Beutel, der in die zusammengewickelte Spelze eingeschlossen, in seinem Innern ebenfalls Anguillulen von eigenthümlicher Art enthielt, die von *Steinbuch* als Anguillula Agrostis[2]) beschrieben wurden. Derselbe Forscher fand in erkrankten Blüthen von Phalaris phleoides die Anguillula Phalaridis[3]).

In Betreff der Anguillula Tritici hat C. Davaine[4]) überzeugend dargethan, dass sie in der That die Ursache jener Krankheit des Weizens ist. — Die in dem völlig ausgebildeten kranken Getraidekorne enthaltenen Würmchen sind geschlechtslos. Kommt das Korn in den feuchten Boden, so erweicht und fault es; die darin enthaltenen, vorher eingetrockneten Würmchen aber gelangen durch die Feuchtigkeit zur Lebensthätigkeit und die erweichte, verfaulte Hülle gestattet ihnen, sich aus ihr

1) = Vibrio Tritici Roffredi, *Rozier* Observat. sur la Physique tab. II, Fig. 1. 2.
2) = Vibrio Agrostis *Steinbuch* Naturforscher XXVIII. Stück, pag. 241, tab. V, Fig. 1—5.
3) = Vibrio Phalaridis *Steinbuch* l. c. pag. 257, tab. V, Fig. 6. 7.
4) Comptes rendus de l'Academie des sciences 1855 p. 485—488; ibid. 1856, Sitzung vom 21. Juli.

zu entfernen und sich im Boden zu verbreiten. Gelangen sie zu einer jungen Weizenpflanze, so kriechen sie an derselben herauf, halten sich bei trockener Witterung in den Blattscheiden ohne Bewegung und Lebenszeichen auf, suchen aber bei einfallendem Regen mit dem Emporwachsen des Halmes immer weiter nach oben zu kommen und gelangen so zu einer Zeit schon in die oberste Blattscheide und somit zu der sich bildenden Aehre, in welcher dieselbe noch in ihrer ersten Entwickelung begriffen ist. Die Blüthentheile der Aehrchen sind dann nur erst in Schuppenform vorhanden und bestehen aus einem weichen zarten Zellgewebe, in das die Würmchen leicht eindringen können. Durch die eingedrungenen Würmchen wird nun eine abnorme Entwickelung der Blüthentheile in ähnlicher Weise veranlasst, wie wir die Galläpfel durch Insectenlarven entstehen sehen; es bildet sich aus ihnen ein gerundeter Auswuchs, in dessen Mitte sich die Würmchen befinden. Diese entwickeln sich hier rasch zur normalen Ausbildung, in Folge welcher nun auch der Unterschied der Geschlechter erkennbar ist. Die Weibchen legen eine grosse Menge Eier und sterben dann, wie auch die Männchen, bald ab. Während dem wächst der Auswuchs, bis er zur Zeit der beginnenden Reife des Weizens fast die Grösse eines normalen Kornes erreicht hat. Die alte Generation der Anguillulen ist dann schon ausgestorben, nur einzelne Ueberreste finden sich von ihnen als zusammengeschrumpfte Hüllen; aus den Eiern sind die Embryonen längst ausgekrochen und bilden nun als geschlechtslose Larven den staubigfaserigen Inhalt des Gallengewächses. Dieses trocknet mit den scheinbar leblosen Würmchen zu dem sogenannten Gicht- oder Radenkorn des Weizens zusammen. Gelangt dasselbe mit gesunden Weizenkörnern in den feuchten Ackerboden, so wiederholt sich der Kreislauf, die Anguillulen werden aufs Neue Ursache zu der bezeichneten Krankheitserscheinung des Weizens. — Es ist kein Grund vorhanden, um zu bezweifeln, dass es mit den übrigen, unter ähnlichen Verhältnissen auftretenden Anguillulen eine gleiche Bewandtniss habe, dass auch Anguillula Agrostis und A. Phalaridis Ursache, nicht Folge der Krankheitserscheinungen sind, welche ihr Auftreten characterisirt.

Die Anguillulen in den Blüthenköpfen von Dipsacus fullonum reihen sich in Bildung und Entwickelungsweise den genannten Pflanzenparasiten vollständig an. Auch bei den Karden sind die kranken, Anguillulen bergenden Körner von den gesunden Samen verschieden. Sie sind noch nicht halb so gross und nicht so scharfeckig als diese. Der Pappus des gesunden Samens ist gestielt, bei den kranken Körnern ist er fast doppelt so gross und sitzend. Die kranken Körner sind nicht vollständig mit Anguillulen ausgefüllt, vielmehr findet sich in denselben noch der verkümmerte Samenkern, während die ersteren zu weisslichen Häufchen vereinigt in dem Gewebe der abnorm verdickten Samenschale, namentlich am Grunde derselben vorhanden sind. Aber nicht nur in den Kör-

nern, auch in dem Pappus, und zwar im untern Theile desselben, finden sich die Anguillulen, sowie auch am Fruchtboden und sogar in dem Marke des Blüthenkopfes. An den letzten beiden Orten bewirken sie jedoch nicht eine abnorme Bildung, sondern nur ein allmäliges Absterben und Braunwerden des Gewebes. So sehen wir auch die Anguillulen von Dipsacus fullonum sich analog den Insectenlarven verhalten, welche in Pflanzentheilen schmarotzen und dadurch abnorme Bildungen und ein Absterben der Gewebe verursachen. — Da die Entwickelung der Anguillulen, insbesondere das Emporkriechen der Larven zu den Blüthentheilen, durch feuchte Witterung begünstigt wird, so erklärt es sich recht wohl, dass die Kardenfäule in nassen Jahren häufiger und allgemeiner auftritt als in trockenen; doch ist ihr Vorkommen keinesweges ausschliesslich an solche Jahrgänge geknüpft, weshalb man schon früher nach einem weiteren Erklärungsgrunde suchte und ihn in einem zu kräftigen Boden zu finden glaubte. Das wahre Sachverhältniss ist aber dieses, dass auch in trockenen Jahrgängen hinreichende atmosphärische Niederschläge erfolgen, um die Anguillulen zu den Kardenköpfen gelangen zu lassen, dass aber dann meist eine geringere Menge der ersteren die letzteren erreicht, ihre weitere Entwickelung und Vermehrung durch trockenes Wetter auch weniger begünstigt wird. — Fernere Beobachtungen und Untersuchungen werden noch weitere Aufklärung über die Kernfäule der Karden bringen, hier sei nur noch mitgetheilt, was ich über die sie hervorrufenden Anguillulen selbst beobachtete.

Die Anguillulen der Weberkarden sind durchsichtig und meist von bläulichweisser Färbung. Diese Färbung rührt von kleineren und grösseren Körnchen her, mit welchen der Körper dieser Thiere mehr oder weniger reich erfüllt ist. Die Körnchen sind nicht gleichmässig in der ganzen Länge des Körpers vertheilt, sowohl nach dem Kopf hin wie am Schwanzende finden sie sich sparsamer. Zwischen ihnen sieht man häufig einzelne Bläschen verschiedener Grösse (Fig. 4); nicht selten sind auch solche Individuen, bei welchen grössere, scharf umgrenzte Blasen von runder oder ovaler Form den ganzen Körper entlang vorhanden, von jenen Körnchen aber zum Theil überlagert sind; Fig. 5 zeigt einige solcher Blasen. Seltener ist der Körperinhalt gelblich oder gelbbräunlich gefärbt. Von der Menge des körnigen Inhaltes rührt es wahrscheinlich her, dass es nicht gelingen wollte, eine deutliche Einsicht über die Gestalt und Lage des Darmes, des Eierbehälters und der Hoden zu gewinnen. Es lassen weder Männchen und Weibchen noch Geschlechtslose einen hinreichend scharfen Unterschied in der innern Bildung erkennen, wenn auch die letzteren einen mehr gleichmässigen körnigen Inhalt zeigen, während derselbe bei den weiblichen Individuen mehr nach der, der Vulva gegenüberliegenden Seite gedrängt ist. Anfang und Ende des Darmes kann man jedoch zuweilen einigermaassen deutlich erkennen.

Der Körper der Thiere ist rund und die Oberfläche desselben gleich-

mässig eben; nur im eingetrockneten Zustande und auch noch einige Zeit nach dem Aufweichen zeigen manche Individuen verschiedenartige Einkerbungen, oft sehr regelmässiger Art, wie in Fig. 9. Der Querdurchmesser des Leibes ist ziemlich gleichmässig, nach Kopf und Schwanz zu aber allmälig etwas vermindert. Das Kopfende ist contractil und je nachdem es mehr oder weniger verlängert oder zusammengezogen ist, erscheint es mehr oder weniger verdünnt; die Fig. 5—8 stellen es in verschiedenen Zuständen dar; Fig. 5 zeigt das gewöhnliche Verhältniss. Vorn an der Mundspitze oder am eigentlichen Kopf verringert sich der Durchmesser etwas bedeutender, es scheint an dem dadurch hervorgebrachten kleinen Absatze ein stärkerer Muskel zu liegen, man bemerkt hier eine deutliche Querlinie. Fig. 6 zeigt ein langausgestrecktes Vordertheil, Fig. 8 ein sehr zusammengezogenes, so dass man deutliche Querfalten bemerkt. Diese sind auch in Fig. 7 sichtbar, wo sich zugleich die vordere plattabgestutzte Kopffläche bemerken lässt, in deren Mitte der Mund liegt. Von dem Mund aus ist der Oesophagus bis zu einer Länge von sehr regelmässig = 0,012 ^{mm} scharf und deutlich zu erkennen. Er endet hier in eine runde, knollige Erweiterung. Von da ab ist sein Verlauf nicht immer sicher zu verfolgen, zuweilen aber sieht man sehr deutlich, wie sich der Oesophagus von seiner ersten Verdickung noch weiter fortsetzt und in eine zweite, etwas grössere Erweiterung endigt, von welcher aus man auch wohl eine Andeutung des von hier beginnenden Darmes bemerkt, wie in Fig. 5. — Der Oesophagus und seine beiden Erweiterungen zeichnen sich durch ihr gleichartig dichtes Ansehen und ihre bläulich schillernde Färbung sehr scharf ab. Der vordere Theil desselben mit der ersten Verdickung ist stets sichtbar und bleibt bei allen Bewegungen des Kopfes steif ausgestreckt. Der hintere Theil dagegen wird oft von dem körnigen Inhalt des Körpers so überlagert, dass er der Beobachtung sich entzieht. Seine Länge ist weniger gleichmässig als die des Vordertheiles, sie schwankt zwischen 0,032—0,057 ^{mm}, im Mittel von mehreren Messungen ist sie = 0,045. Dieser hintere Theil des Oesophagus verändert auch bei den Bewegungen des Körpers mehr oder weniger seine Lage, er bildet dabei bald eine gerade, bald eine wellenförmig gebogene Linie wie in Fig. 5. — Der hintere Theil des Körpers endet in eine gerade oder etwas abgebogene, auch sonst verschieden gestaltete Schwanzspitze. Fig. 10 zeigt verschiedene beobachtete Formen. Am häufigsten sind die Formen von Fig. 10 *a* und Fig. 4. — Der körnige Körperinhalt setzt sich bis zur Schwanzspitze fort, wie Fig. 4 zeigt, es ist daher meist nicht möglich, das Ende des Darmes und die Lage des Afters aufzufinden. Bei einigen geschlechtslosen Würmern glückte es mir jedoch beides zu sehen. Die Länge vom Darmende bis zum Ende des Schwanzes betrug 0,066 ^{mm}. Die Afteröffnung war im Mittel 0,052 ^{mm} von der Schwanzspitze entfernt. Eine Vergleichung der Figuren 13 *a* und *b* zeigt, dass der Aftercanal bei den verschiedenen Individuen nicht gleich lang ist.

Die geschlechtslosen Würmchen zeigen die mannigfaltigsten Grössenverhältnisse je nach dem Stadium ihrer Entwickelung; die ausgebildetsten von ihnen haben dieselben Dimensionen in Länge und Breite wie die männlichen und weiblichen Thierchen. Mehrere Messungen von Anguillulen aus ein und demselben Häufchen, in dem sich nur geschlechtslose befanden, ergaben: *a.* 0,475^{mm} Länge und 0,019^{mm} Breite; *b.* 0,502^{mm} Länge, 0,015^{mm} Breite; *c.* 0,931^{mm} Länge, 0,032^{mm} Breite; *d.* 0,963^{mm} Länge, 0,027^{mm} Breite. Mit Männchen und Weibchen gemischt in einem Häufchen finden sich Geschlechtslose auch bis zu einer Länge von 1,42^{mm}. Deutliche Uebergänge aus dem geschlechtslosen in den geschlechtlichen Zustand habe ich nicht wahrnehmen können. Nur einmal sah ich Andeutungen der wulstigen Ränder des weiblichen Geschlechtsorganes, ohne dass ich die Spalte zu erkennen vermochte. Jedenfalls tritt die Ausbildung der Generationsorgane erst nach vollständig beendigtem Wachsthume der Larven ein, denn niemals sind dieselben an Individuen zu bemerken, welche die normale Grösse noch nicht erreicht haben. Da bei ein und demselben Kardenkopf die Anguillulenhäufchen sich in sehr verschiedenen Stadien der Entwickelung befinden und man sowohl Häufchen mit Eiern und ausgeschlüpften Embryonen, als solche mit nur geschlechtslosen, und wiederum andere beobachtet, die geschlechtslose, männliche und weibliche Individuen gemischt enthalten, so vermuthe ich, dass die Anguillulen der Karden mehrere Generationen in demselben Jahre und in demselben Kardenkopf bilden, und dass nur die zur Zeit des Absterbens der Kardenstaude vorhandenen Geschlechtslosen, also die Larven der letzten Generation, ihre Entwickelung erst in den Köpfen neu erwachsener Karden im nächsten Jahre vollenden.

Die Länge der männlichen Anguillulen schwankt zwischen 1,036 bis 1,269^{mm}. Als Mittel von fünf Messungen ergab sich die Länge von 1,162^{mm}. Die Länge der Weibchen wechselt zwischen 0,940—1,144^{mm}. Im Durchschnitt von fünf Messungen war sie = 1,005^{mm}. Die Dicke der Männchen und Weibchen schwankt zwischen 0,026—0,032^{mm}. Am häufigsten ist sie = 0,028^{mm}. Es finden sich die beiden Geschlechter oft von gleicher Länge und gleichem Durchmesser, im Allgemeinen lässt sich jedoch sagen, dass die Weibchen um ein Weniges kürzer und dicker, die Männchen um etwas länger und schlanker sind.

Das männliche Geschlechtsorgan befindet sich am hintern Theil des Körpers, so dass die Länge vom Penis bis zur Schwanzspitze $^{1}/_{15}$ der Körperlänge ausmacht und im Mittel 0,078^{mm} misst. Der Penis ist etwas gebogen und aus breiter Basis lang zugespitzt. Die Ränder der Scheide, in der er sich befindet, sind meist geschlossen, wie Fig. 11 *b* und *d* zeigt. Nur einmal beobachtete ich sie etwas geöffnet (Fig. 11 c). — Fig. 11 *a* zeigt das Organ bei der Rückenlage des Thieres. Bei der Seitenlage des Thieres bemerkt man stets eine zarte Contour (x in Fig. 11), die über das männliche Geschlechtsorgan gespannt ist. Ich war über dieselbe lange

Digitized by Google

Zeit im Zweifel, bis es mir gelang, an einem Individuum zarte, aber sicher und deutlich erkennbare Falten in der Richtung mit dem Querdurchmesser des Thieres in der Weise, wie Fig. 11 *d* zeigt, wahrzunehmen, deren hyperbolische, an der hintern Seite etwas schwächere Linien auf das Unverkennbarste zeigten, dass jene Contour die Begrenzungslinie einer zarten völlig wasserhellen Haut ist, welche wie ein Schleier über das männliche Geschlechtsorgan gespannt ist. Längsfalten oder eine Spalte bemerkte ich an dieser Haut nicht. Bei der Rückenlage des Thieres sieht man sie, wie in Fig. 11 *a*, in der Regel nicht, zuweilen aber ist sie als ein schmaler völlig durchsichtiger Rand durch eine zarte Contour zu beiden Seiten dieser Stelle des Körpers bemerkbar. Es ist mir nicht bekannt, dass an einer anderen Species von Anguillula etwas Aehnliches beobachtet wurde.

Das weibliche Geschlechtsorgan liegt ebenfalls im hinteren Theile des Körpers. Die Länge von der Vulva bis zur Schwanzspitze beträgt $^1/_8$ der Körperlänge und misst 0,193—0,22^{mm}, im Mittel 0,2^{mm}. Es stellt eine Einkerbung mit mehr oder weniger wulstigen Rändern dar, an der sich der Spalt deutlich erkennen lässt (Fig. 12 *a*). Bei dem Individuum, dessen Geschlechtsorgan Fig. 12 *b* darstellt und das in Folge des seitlich schrägen Gesichtspunktes statt des Spaltes die Fläche desselben zeigt, war einigermaassen der, wie es schien, leere und deshalb zusammengefallene Eierbehälter angedeutet, ohne dass jedoch über seine Lage etwas Genaues zu ermitteln gewesen wäre.

Die Eier sah ich in verschiedenen Stadien der Entwickelung, aber nur ausserhalb des Mutterkörpers. Sie sind etwas mehr als doppelt so lang wie breit. Fig. 1 zeigt ein Ei, in dem der Durchfurchungsprocess noch nicht begonnen hat; in Fig. 2 beginnt die Zerklüftung des Dotters; Fig. 3 zeigt den vollständig entwickelten Embryo. Die entwickelten Embryonen bewegen sich lebhaft in ihren Eihüllen und durchbrechen endlich dieselben. Zuweilen gelingt es, das Ausschlüpfen derselben unter dem Mikroskope zu beobachten; ihre Länge beträgt $^1/_8$ von der der ausgewachsenen Individuen.

Nach dem Dargelegten sind die Anguillulen der kernfaulen Karden specifisch von den bis jetzt bekannten Arten der Gattung verschieden. — Zunächst sind alle bisher bekannten parasitischen Anguillulen von den nicht parasitischen dadurch unterschieden, dass sie nicht wie diese lebendige Junge gebären, sondern Eier legen, und dass die weibliche Genitalöffnung bei den ersteren am hinteren Theile des Körpers gelegen ist, während sie bei den letzteren in der Mitte des Körpers sich befindet. Es machte auf dieses Verhältniss schon Prof. Dr. *Grube* in *Troschel's* Archiv für Naturgeschichte 15. Jahrg. I. Bd. S. 361 aufmerksam. Die Anguillula Dipsaci mihi schliesst sich hierin den übrigen parasitischen Anguillulen vollständig an, stimmt aber mit den einzelnen Arten derselben in den sonstigen Merkmalen nicht völlig überein. Von Anguillula Tritici ist sie

schon durch die geringere Grösse unterschieden, von A. Agrostis durch die ungleichen Endspitzen des Körpers, indem nach der Zeichnung, die *Steinbuch* l. c. giebt, das Kopfende von A. Agrostis dem Schwanzende in seinem Durchmesser gleich ist. Von A. Phalaridis ist die A. Dipsaci durch den Mangel an brauner Farbe und dadurch unterschieden, dass bei ersterer die Geschlechtsöffnung des Weibchens weiter nach hinten liegt, indem die Länge von der Vulva bis zur Schwanzspitze fast nur $^1/_7$ der Körperlänge ausmacht. Characteristisch scheint endlich noch für unsere Art die Membran an dem männlichen Geschlechtsorgane zu sein, falls sie bei den übrigen Arten nicht etwa übersehen wurde; in natura konnte ich keine derselben vergleichen. Ich gebe schliesslich die Diagnose unserer Species:

Anguillula Dipsaci nov. spec. corpore 0,93—1,42^{mm} longo, 0,026—0,032^{mm} lato, extremitate antica parum attenuata obtusa rotundata, postica sensim subtiliter acuminata, cauda feminae (ab vulva) $^1/_5$, maris (ab pene) $^1/_{15}$ corporis aequante, recta vel paulo incurva, oesophago postico bulboso, vulva in postico corpore sita.

Digitized by Google

Kleinere Mittheilungen und Correspondenz-Nachrichten.

Beiträge zur vergleichenden Anatomie und Histologie

von

A. Kölliker.

1. Eigenthümliche an den Gefässen der Holothuria tubulosa ansitzende Körper.

An den Darm- und Lungengefässen der Holothuria tubulosa fand ich in Nizza bei mehreren Individuen besondere milchweisse runde Körper von ziemlicher Grösse (etwa $^1/_8$'''), die dem ersten Kenner der Echinodermen *J. Müller*, dem ich dieselben zeigte, unbekannt waren und daher wohl eine kurze Erwähnung verdienen. Es waren meist gestielte Blasen mit deutlicher Hülle und körnigem, dunklem, fettähnlichem Inhalt, die unabänderlich zwei keimbläschenartige Körper, jeden mit einem grossen feingranulirten keimfleckartigen Gebilde, enthielten. Einige dieser Gebilde sassen auch breit den Gefässen an und waren von dem flimmernden Peritonealepithel überzogen, während die gestielten, wie es schien, immer nackt waren. Mich interessirten diese Gebilde, weil ich an die Schnecken der Synapta dachte, doch war ich nicht im Stande, weiter etwas zu ermitteln, was über ihre Bedeutung Aufschluss gegeben hätte, und will ich dieselben somit einfach spätern Beobachtern empfehlen.

2. Ueber die Luftgefässe der Velellen.

Die kleine zwischen *Vogt*, *Leuckart* und mir noch bestehende Meinungsverschiedenheit mit Bezug auf diese Gebilde schlichtet sich nach dem, was ich in Nizza fand, in der Art, dass einmal diese Gefässe entschieden nicht bloss aus der centralen Kammer der Schaale, sondern aus mehreren Kammern entspringen. Die Ursprungsstämmchen, deren Zahl bis 16 erreichen kann, verästeln sich theils nahe an ihrem Anfange, theils später 1- 2- 3mal, so dass schliesslich einige 60 Kanälchen entstehen, die, wie ich nun bestimmt gesehen zu haben glaube, mit freien Oeffnungen am Rande und an der untern Fläche der Leber zwischen den kleinen Polypen ausmünden. Ist dem so, so werden diese Gefässe wohl eine bestimmte Beziehung zur Füllung oder Entleerung der Schaale haben, in Betreff welcher fernere Beobachter das Genauere ausmitteln werden.

3. Zahlreiche freie Ausmündungen am Gefässsystem der Cestoden.

In Nizza fand ich im Darm von Muraenophis saga, *Risso* einen jungen Bandwurm (Scolex) mit zwei röthlichen Flecken am Kopf und einem Stirnnapf, der mit einer von *Van Beneden* beschriebenen Scolexform (Vers cestoides Pl. I, fig. 1—4) identisch zu sein scheint. Die erste Untersuchung desselben zeigte mir gleich ein eigenthümliches Verhalten der Gefässe, nämlich viele freie Ausmündungen derselben, von denen ich damals glaubte, dass sie noch nicht beobachtet seien. Jetzt habe ich freilich aus der eben erhaltenen neuesten Arbeit von *Wagener* (Nov. Act. Nat. Cur. XXIV. Supplem. pag. 16 und 33) ersehen, dass dieser eifrige Erforscher der Helminthen solche Mündungen schon bei Taenia osculata, Triaenophorus und Dibothrium clavaeceps beobachtet hat, nichtsdestoweniger möchte bei der Neuheit der Sache die Bestätigung der *Wagener*'schen Erfahrungen nicht ganz überflüssig sein. Der von mir gesehene Scolex hatte 4 Längsstämme, die am hinteren Leibesende aus einem contractilen, nach aussen sich öffnenden Behälter entsprangen und an den Rändern des platten Leibes bis in den Kopf verliefen, wo sie dem Blicke sich entzogen. An zweien der Seitenstämme nun und zwar den äusseren fanden sich in den vordern drei Viertheilen des Körpers, und vielleicht auch noch weiter hinten, zahlreiche (gesehen wurden 30—33 jederseits), unter rechtem oder spitzem Winkel abgehende Nebenäste, von denen jeder ungetheilt bis zur Haut verlief, und mit einer unzweifelhaften sehr deutlichen Oeffnung von 0,001—0,0015‴ ausmündete. Alle Gefässe, deren Inhalt wasserklar war, und deren Durchmesser 0,001—0,004‴ betrug, hatten eine deutliche feine Haut, waren jedoch, soviel ich ermitteln konnte, ohne Flimmerorgane und besassen auch keine Contractilität. — Der ganze Leib des Thieres enthielt sehr zahlreiche Kalkkörner von ovaler Form, sonst keine Spur besonderer Organe. —

4. Entwicklung der quergestreiften Muskelfasern des Menschen aus einfachen Zellen.

Der Nachweis der grossen Verbreitung einzelliger Muskelfasern oder contractiler Faserzellen bei Wirbellosen führte mich dazu, die Frage aufzuwerfen, ob nicht der Bildungsmodus, den zuerst *Lebert* und später auch *Remak* bei den quergestreiften Muskelfasern des Frosches gefunden haben, nämlich der, dass jede Muskelfaser aus einer einzigen Zelle hervorgehe, die ungemein sich verlängere, für alle quergestreiften Muskelfasern Geltung habe (Würzb. Verh. VIII, pag. 113). Ich bin nun in der That im Falle, diesen Bildungsmodus auch für den Menschen nachweisen zu können. Bei einem zweimonatlichen Embryo, den ich der Güte des Herrn *Dr. Gerhardt*, Assistenten der Poliklinik, verdanke, fand ich die Muskeln der Anlage des Fusses in einem so unentwickelten Zustande, dass es nicht gerade schwer war, sehr frühe Zustände derselben sich zur Anschauung zu bringen. Die jüngsten Formen, die ich sah, waren einfache spindelförmige Zellen von 0,06—0,08‴ Länge, die in ihrem 0,001—0,0015‴ breiten mittleren Stücke einen oder zwei längliche Kerne enthielten und an ihren Enden in ganz feine Fäden von höchstens 0,0004‴ Breite ausliefen, auch keine Spur von Querstreifung zeigten. Von diesen einfachen Faserzellen, die nichts anderes als verlängerte primitive Embryonalzellen sein können, liess sich nun durch Herbeiziehung der Muskelmassen der Unter- und Oberschenkelanlagen eine ganze Formenreihe herstellen bis zu Fasern von 0,2—0,3‴ Länge und 0,002‴ Breite, die an beiden Enden ebenfalls ganz spitz zuliefen, mit 4—9 länglichen, in bedeutenden Abständen befindlichen Kernen und den ersten leisen Andeutungen einer Querstreifung, so dass, um so mehr da die Kerne dieser Elemente fast alle die nämlichen Anzeichen einer lebhaften Vermehrung darboten, die ich schon früher beschrieben habe, nicht zu bezweifeln war, dass die spätern Muskelfasern einfach durch ein von einer

Digitized by Google

energischen Vermehrung der Kerne begleitetes Wachsthum der primitiven einkernigen Faserzellen in die Länge und Breite zu Stande kommen, zu welchem Wachsthume später auch eine eigenthümliche Umwandlung des Inhaltes sich hinzugesellt. Ich bin überzeugt, dass man auch bei ältern Embryonen die spitzen Enden der Muskelfasern auffinden wird, und hat nun auch durch diese meine Beobachtungen, wie mir scheint, die neue von *A. Rollett* gemachte Erfahrung von dem Vorkommen von zahlreichen freien spitzen Enden der Muskelfasern des Erwachsenen ihre Erklärung gefunden. —

Wenn beim Frosch und Menschen die Muskelfasern den Werth einfacher ungemein gewucherter Zellen haben — was, beiläufig gesagt, ein vortrefflicher Beweis der ungemeinen Leistungsfähigkeit auch thierischer Zellen ist — so lässt sich nicht länger bezweifeln, dass diess für alle quergestreiften Muskelfasern gilt, und kann demnach in Zukunft nicht mehr zwischen contractilen Faserzellen und Muskelfasern von dem Werthe vieler Zellen unterschieden werden. Immerhin werden gewisse Unterschiede stehen bleiben und will ich schon jetzt darauf aufmerksam machen, dass der Umstand, ob die verlängerte Muskelzelle nur Einen oder viele Kerne enthält, ein brauchbares Eintheilungsprincip abgibt. Ebenso wird auch, wie bisher, der Grad der Differenzirung des Inhaltes berücksichtigt werden können, obgleich offenbar dieser Punkt, wie ich schon früher gezeigt habe, von geringerem Gewicht ist.

5. Ueber die umspinnenden elastischen Fasern.

Diese Elemente sind in den letzten Jahren einem, wenn auch nicht extensiv, doch intensiv bedeutenden Angriffe von *Reichert* ausgesetzt gewesen, der zugleich seine Freude darüber ausspricht, dass nun die Histologie von einer der blendendsten Täuschungen erlöst werde, worauf *Henle* ihm antwortete, dass die umspinnenden Fasern, wenn es das Schicksal so füge, mit Anstand sterben würden, einstweilen aber dem Urtheilsspruche ruhig entgegensähen. Wie *Henle*, so bin auch ich durch die so bestimmte Behauptung *Reichert's*, der nun auch die seines Schülers *Taube* (de membr. serosis, Dorp. 1854) und von *Leydig* (Histol. pag. 31) sich anreihen, stutzig geworden und war ich daher allerdings erstaunt, als eine vor Kurzem vorgenommene Untersuchung mir zeigte, dass die genannten Autoren diesen Gegenstand nicht nach allen Seiten geprüft haben und nur theilweise im Rechte sind. Die Sache ist die:

Reichert und die andern Genannten behaupten, der Anschein spiraliger Umwicklung entstehe von Einschnürungen, die eine Scheide der betreffenden Bindegewebsbündel erzeuge. Das Wahre hieran ist, dass die fraglichen Bündel eine Scheide haben und dass, jedoch nicht durch Zerreissungen derselben, wie *Leydig* annimmt, wohl aber durch partielle Ausdehnungen derselben oder ein partielles Nachgeben derselben gegen den Druck des durch $\bar{A}$ aufquellenden Bindegewebsbündels, reihenweise hinter einander liegende knotige Anschwellungen und Einschnürungen zwischen denselben entstehen, an welchen letztern dann die nicht ausgedehnte Scheide den Anschein ringförmiger Fasern und breiterer solcher Bänder erzeugt. Diese ringförmigen Bildungen, die *Reichert* besonders im Auge zu haben scheint, haben jedoch *Henle* und ich selbst, freilich ohne dieselben zu unterscheiden, nicht gemeint, sondern die schmalen spiralig verlaufenden faserartigen Züge, und dass diese Fasern sind, unterliegt nicht dem geringsten Zweifel. Man untersuche die Arachnoidea eines reifen Fötus oder eines Kindes aus dem ersten Jahre und man wird sich bei nur einigermaassen sorgfältigerem Eingehen bald überzeugen, dass an vielen Orten die schon gut ausgeprägten Spiralfasern mit kernhaltigen Anschwellungen versehen sind. Solche Fasern, die man ohne Weiteres Bindegewebskörperchen oder Saftzellen heissen kann, treten besonders in dreierlei etwas verschiedenen Formen auf. In den meisten Fällen stehen dieselben wie beim Erwachsenen etwas weiter von einander ab, setzen sich jedoch nicht selten durch feine Ausläufer unter einander in Verbindung, so dass die Bindegewebsbündel meist reichlicher umsponnen sind, als man es den spätern Bil-

Digitized by Google

dern zufolge erwartet. Ausserdem findet man aber hie und da Bündel, die stellenweise eine fast vollständige Scheide von sehr deutlichen queren Saftzellen haben, so dass oft Bilder entstehen, die in gewissem Sinne an die Muskelhaut einer Arterie erinnern. Drittens endlich findet man, und diese Objecte sind die schönsten, allerdings nicht häufig, ganze Gruppen von Saftzellen aussen an den Bündeln anliegen und von diesen gehen dann fascikelweise nach einer Seite dunkle elastische Fasern ab, die auf längere Strecken ein Bündel mit schönen Spiraltouren umgeben. Neben diesen lehrreichen Formen fehlen nun allerdings ausgebildete Spiralfasern ohne Kerne auch nicht, doch erkennt man bei Kindern auch diese viel leichter als das was sie sind, weil sie oft am Rande etwas vorspringen oder nicht ganz regelmässige Contouren und stellenweise Verdickungen haben.

Beim Erwachsenen nun sah ich bisher von solchen Saftzellen nichts mehr. Die Scheide der Bündel zeigt hier an vielen Orten, besonders nach Natronzusatz, ein dichtes Netzwerk feiner blasser Fäserchen mit stellenweise stärkeren Zügen; die letzteren sind nichts anderes als die Spiralfasern, wogegen von den andern noch zu ermitteln ist, ob sie alle zu diesen oder zu der bindegewebigen Grundlage der Scheide gehören. Die letztere scheint aus Zellen mit blassen grösseren Kernen sich zu entwickeln, von denen man noch beim Neugebornen Ueberreste sieht. —

Diesem zufolge hat *Reichert* wohl in sofern Recht, als durch die Scheide der Arachnoideabündel der Anschein von ringförmigen umspinnenden Fasern entstehen kann, dagegen hat er ohne hinreichende Grundlage aus dieser Thatsache auf das Ganze geschlossen und sich so bewegen lassen, die in grosser Menge wirklich vorhandenen Spiralfasern in Abrede zu stellen. —

6. Entwicklung der Muskelfasern der Batrachier.

Ich habe nun auch Gelegenheit gehabt, diesen Gegenstand zu studiren und kann ich jetzt *Lebert* und namentlich *Remak* in allem beistimmen. Ich empfehle besonders Larven einen bis drei Tage in Chromsäure zu legen, in welchem Falle sich dann die Muskelfasern mit Leichtigkeit isoliren. Die jüngsten Stadien, die ich sah, entsprechen *Remak's* Fig. 4 auf Tab. XI. Bei Krötenlarven, die noch nicht ausgeschlüpft waren und den Schwanz eben erst anzulegen begannen, waren es 0,025''' lange, 0,002—0,003''' breite, an beiden Enden abgestutzte Zellen, die ganz mit Dotterkörnern gefüllt waren und in der Mitte zwei dichtbeisammenstehende Kerne enthielten. Bei ausgeschlüpften Jungen von Rana temporaria, die ihre äusseren Kiemen noch nicht besassen, enthielt das Schwanzende noch jüngste Formen von Muskelfasern als spindelförmige, 0,02''' lange, 0,002—0,005''' breite, ebenfalls mit Dotterkörnern gefüllte Zellen mit einem, zwei oder drei Kernen. Schon an diesen Zellen fand sich hie und da eine Andeutung von Querstreifung und ganz deutlich war dieselbe bei den grösseren Fasern in den vorderen Theilen des Schwanzes. Diese waren an beiden Enden scharf zugespitzt, nicht so quer abgestutzt, wie *Remak* wahrscheinlich von einer andern Art sie abbildet, 0,03—0,05''' lang, 0,003—0,005''' breit, mit 2, 3, höchstens 5 prächtigen Kernen mit grossen oft doppelten Nucleolis und immer noch vielen aber mehr zerstreut liegenden Dotterkörnern. Alle enthielten an einer Seite quergestreifte Masse, scheinbar in Form eines dünnen Streifens, der bis in die Spitzen der Faserzellen auslief, während die Kerne und Dotterkörner auf der andern Seite sich befanden, drehte man jedoch eine solche Zelle, so sah man, dass dieselbe eine dünne bandartige, die ganze eine Seite derselben einnehmende Lage dicht unter der Zellmembran oder dem späteren Sarcolemma bildete. Diese Masse war hell, zum Theil schon sehr zierlich gestreift, und war ich nicht im Stande, irgend eine bestimmte Andeutung über ihre allmälige Entstehung zu gewinnen. Diesem zufolge kann es wohl keinem Zweifel unterliegen, dass auch hier die quergestreiften Muskelfasern aus einfachen Zellen hervorgehen, die sich sehr verlängern und in ihren Kernen sich vervielfältigen,

Digitized by Google

denn die beschriebenen Faserzellen sind so lang als die Muskelabtheilungen am Schwanz und lassen sich übrigens leicht in ihrer Entwicklung bis zu ganz langen Fasern verfolgen. Dazu eignen sich besonders ältere Larven mit innern Kiemen, aber vor der Bildung der Extremitäten. Bei solchen, die dem Stadium mit den äussern Kiemen noch näher standen, fand ich hinten im Schwanz noch ganz kurze breite Fasern mit schöner querstreifiger Substanz, etwa wie *Remak's* Figg. 8, 9 und 11, nur noch kürzer (von 0,02—0,03‴) und an beiden Enden mehr zugespitzt. Weiter vorn am Schwanz maassen dieselben schon 0,04—0,05‴, am vordern Theile des Rumpfes 0,07—0,08‴ Länge, 0,007—0,01‴ und mehr Breite, und am Kopf 0,14—0,16‴ in der Länge, 0,003—0,004‴ in der andern Richtung. Alle waren bandartig und enthielten zahlreiche Kerne, wie sie *Remak* in seinen Figg. 12, 13, 14 abbildet, nur grösser, und ebenso fanden sich auch in den längsten noch Reste der Dotterkörner, die freilich hier spärlich waren; in den mittellangen waren sie zahlreicher und in den Fasern am Schwanzende fanden sich auch, was mir auffiel, braune Pigmentkörnchen dabei. Alle Fasern waren an den Enden so beschaffen, zum Theil zugespitzt (Kopf) zum Theil mehr abgerundet (Rumpf), dass ersichtlich war, dass dieselben nichts anderes als die verlängerten früheren Zellen sind. —

Mehrere Male sah ich auch Sehnen mit den jungen Muskelfasern verbunden. Einmal sah ich genau das, was *Remak* in fig. 11 abbildet. Ein ander Mal, und diess wäre von Interesse, wenn es sich bestätigte, verband Eine kernhaltige in Zerfaserung begriffene Bildungszelle des Bindegewebes von 0,05‴ Länge die spitzen Enden zweier Muskelfasern von 0,04‴.

Die jungen Muskelzellen erleiden nach *Remak* auch eine Längstheilung. Ich war noch nicht so glücklich, Formen, wie er sie in Fig. 5 und 6 abbildet, zu sehen, doch lassen dieselben wegen der Stellung der Kerne, wie mir scheint, kaum einen Zweifel zu. Alle Fasern, die ich sah, zeigten nichts der Art und namentlich scheint mir vorläufig nicht der geringste Grund vorzuliegen, um später etwas der Art anzunehmen. Ebenso spricht aber auch auf der andern Seite nichts für eine Verschmelzung embryonaler Fasern und braucht man ja nur *Remak's* Figuren anzusehen, mit denen meine Erfahrungen ganz übereinkommen, um sich zu überzeugen, dass die ursprünglichen Zellen durch Längen- und Dickenzunahme zu dem werden, was sie später sind.

Ich erlaube mir noch beizufügen, dass der neue Gesichtspunkt, der durch die Untersuchungen von *Lebert*, *Remak* und mir über die Entwickelung der quergestreiften Muskelfasern sich eröffnet, nun auch zum Verständniss der von *Virchow* und *Billroth* abgebildeten Formen von pathologisch neugebildeten solchen Fasern führt, und durch die Erfahrungen dieser Autoren unterstützt wird. Beide diese Forscher haben offenbar ganz frühe Stadien quergestreifter Fasern von der Form kürzerer Spindelzellen gesehen; doch ergeben *Billroth's* Wahrnehmungen, dass solche Elemente auch einer weiteren Entwickelung fähig sind.

Würzburg, den 16. April 1857.

Digitized by Google

Ueber Fortpflanzung von Nassula elegans Ehr.

Von

Dr. **Ferdinand Cohn** in Breslau.

Hierzu Taf. VII. B.

Die Fortpflanzung der Infusorien durch Schwärmsprösslinge ist zwar schon bei mehreren Arten nachgewiesen worden; nichts desto weniger ist die Zahl der Formen, bei denen man endogene Embryonen beobachtet, so beschränkt, dass man gegenwärtig noch nicht berechtigt ist, über die Allgemeinheit dieser Reproductionsweise einen entschiedenen Ausspruch zu thun, und es bleibt deshalb immer noch von Interesse, neue Thatsachen zu sammeln. Ich habe im vergangenen Sommer Gelegenheit gehabt, neben einigen unvollständig beobachteten auch einen entschiedenen, wenn auch eigenthümlich modifizirten Fall von Embryonenbildung zu constatiren, und zwar bei dem interessanten Infusorium, welches von *Ehrenberg* als Nassula elegans bezeichnet wird.

Ich fand dieses seltene Thierchen gleichzeitig mit der neuerdings von *Lieberkühn* untersuchten Ophryoglena atra und Bursaria truncatella; es ist einem Paramecium Aurelia ähnlich, aber etwas schmäler und nach aussen wie Paramecium von einer gitterförmig gezeichneten Cuticula begrenzt, welche die gleichmässig über den Körper vertheilten Wimpern trägt. Das Innere des Thieres ist durch gelbbraune und violette Pigmentmassen ausgezeichnet, die bald spärlich und einzeln zerstreut, bald in grösserer Anzahl und in Gruppen den Leib erfüllen. Am unteren Theile des Körpers in der Nähe der Afteröffnung befindet sich eine grosse, violette Masse, Fig. 1. 2 *mi*, die durch zahllose dunkelblaue Körnchen tiefer gefärbt erscheint (Fig. 1 *ms*.) Mitunter findet sich auch am entgegengesetzten Körperende eine solche blaue Masse. Ueber die Bedeutung derselben sind eigenthümliche Ansichten ausgesprochen worden; *Ehrenberg* rechnet sie zu den Körpern, deren Bekanntwerden plötzlich helles Licht auf viele bisher dunkle und zweifelhafte Kenntnisse verbreitet hat; er erblickt nämlich in ihnen ein besonderes System, das die Absonderung eines violett gefärbten, der Verdauung sichtlich dienenden, mithin gallenähnlichen Saftes vermittle; er beschreibt ein Häufchen schön violetter Bläschen im Nacken des Thieres, von wo aus sich eine Reihe violetter oder krystallheller Bläschen längs des Rückens nach dem After hin ziehe; das Vermischen des farbigen Saftes mit dem Inhalt der Magenzellen geschehe im hintern Drittel des Körpers und jener werde mit diesem zugleich ausgeschieden. Ich selbst bin zwar über die Natur dieser Pigmentmassen noch nicht ganz im Klaren; es scheint mir jedoch nicht zweifelhaft, dass dieselben zu jener Reihe von Farbstoffen gehören, welche bei den mikroskopischen Algen, und zwar in den Familien der Oscillarinen und Nostochinen verbreitet, von *Naegeli* den Namen des Phykochroms erhalten haben. Das Charakteristische dieses Farbstoffs ist, dass er sich theils im Verlaufe des Lebensprocesses, theils bei der Zersetzung in verschiedene Nüançen

umfärbt, und zwar in Spangrün, Indigoblau, Violett, Purpurroth, Olivengrün und Braungelb; wir finden bei den Oscillarien Arten, die alle diese Modifikationen des Phykochroms zeigen. Es ist eine Eigenthümlichkeit des Phykochroms, dass es sich in der lebenden Pflanze anscheinend in ungelöstem Zustande (mit dem Protoplasma gemischt) vorfindet, bei der allmäligen Zersetzung derselben aber sich allmälig im Wasser mit blauer Farbe löst; daher wird das Wasser, in dem Oscillarien faulen, violett und blau, und das Papier, auf dem man diese Algen trocknet, bekommt einen intensiv blauen Rand. Dieser Farbstoff kommt ganz unzweifelhaft auch bei allen den Infusorien vor, welche durch ihre bunte, zwischen blau, spangrün und gelb schwankende Färbung einen so eleganten Anblick darbieten, so bei den zahnführenden Gattungen: Nassula, Chilodon, Prorrdon und Chlamydodon. Nur darüber könnte Zweifel entstehen, ob diese Pigmentmassen ins Innere des Thieres nur durch das Verdauen und Digeriren gefressener Oscillarien gelangen, welche bekanntlich die Hauptnahrung der sämmtlichen hier angeführten Arten sind, und die man meist noch in Bruchstücken in ihrer Körperhöhle antrifft; oder ob sie, wie die Chlorophyllbläschen von Loxodes Bursaria, Spirostomum oder Vorticella viridis etc., sich zum Theil wenigstens im Thierkörper als eigenthümliches Pigment bilden; bis jetzt ist mir noch das erstere wahrscheinlicher. Wie dem nun auch sei, jedenfalls werden die Phykochrommassen nach einiger Zeit entfernt und sammeln sich bei Nassula elegans vor dem Auswerfen in der Aftergegend zu grösseren Haufen an; es sind dies eben jene violetten, aus zahlreichen blauen Kügelchen gebildeten Massen im Hintertheile des Thieres. Dass die blauen Kügelchen nur Tröpfchen flüssigen Phykochroms sind, ergiebt sich daraus, dass, wenn man eine Nassula zerfliessen lässt, die Kügelchen plötzlich zu einer blauen Füssigkeit zusammenfliessen, die einen Moment darauf ihre Farbe verliert. Offenbar tritt hierbei Wasser ins Innere des Thieres von Aussen ein, und in diesem Wasser lösen die Phykochromtröpfchen sich sofort auf. Das Auswerfen der Phykochromtröpfchen durch den After und ihr plötzliches Entfärben im Wasser hat bereits *Ehrenberg* beobachtet und abgebildet. Ich kann keinen Grund finden, weshalb diesen blauen Massen eine Function besonderer Art im Ernährungssystem zuzuschreiben sei. Dagegen kann ich sie auch nicht für Oscillarienbruchstücke halten, wie dies *Stein* gethan (Infus. p. 249), sondern ich muss dieselben vielmehr für flüssige, aus den gefressenen Oscillarien ausgesogene und in Verdauung begriffene Phykochromklümpchen erklären. Die Anhäufung derselben im Nacken kann ich nicht constant finden.

Ausserdem ist bei Nassula elegans noch interessant der von *Ehrenberg* bereits genauer untersuchte reusenartige, trichterförmige Zahnapparat (Fig. 1 z), an welchem dieser Forscher 26 Zähne gezählt hat, und der im Innern des Körpers befindliche Nucleus, von elliptischer Gestalt, $^1/_{40}$''' lang, an einem Ende mit einer Grube versehen, in welcher ein kleiner Nucleolus steckt. Das ganze Gebilde ist von einer dichtanliegenden Blase umschlossen (Fig. 5) und entspricht genau dem Bau der von mir schon früher beschriebenen Kerne von Loxodes Bursaria.

Contractile Vacuolen beschreibt *Ehrenberg* drei bei Nassula elegans, wovon zwei neben dem Munde, eine dritte sich auf der »mittleren Drüse«, dem Nucleus, befinden sollen. Ich selbst beobachtete nur zwei, dem ersten und zweiten Drittel des Thieres entsprechend (Fig. 1 *cv*); das Eintreten einer Rosettenform, das *Stein* bei Nassula ambigua angiebt, habe ich nicht wahrgenommen.

Im Frühling des vergangenen Jahres fand ich mehrere Exemplare von Nassula elegans, in deren Innern eine grosse centrale Höhle von elliptischer Gestalt sichtbar war, scharf begrenzt gegen den übrigen Körperinhalt (Fig. 1 bei *e*). Da, wo die Höhle der äusseren Wand am nächsten lag, war der Körper des Thieres nach Innen taschenförmig vertieft und eine lange, von parallelen Rändern begrenzte Spalte führte von Innen nach Aussen (Fig. 1. 6 *sp*). Im Innern der Höhle beobachtete ich ein bis zwei grosse Kugeln (Fig. 1. 2. 3. 6 *e*) von $^1/_{100}$''' im Durchmesser, niemals aber mehr; diese Kugeln traten langsam in die Spalte hinein, durch welche die Höhle mit der Aussen-

Digitized by Google

welt communicirte, und indem sie dieselbe ausdehnten, gelang es ihnen, sich hindurchzuzwängen und so ins Wasser zu gelangen (Fig. 2. 3). Hier erschienen die Kugeln bewegungslos und ungefärbt, aber körnig, mit einem centralen Kern und einer excentrischen contractilen Vacuole (Fig 4). Merkwürdig war, dass ich an diesen Kugeln den Wimperüberzug vermisste, welcher bei den Schwärmsprösslingen von Loxodes Bursaria die Bewegung derselben vermittelt; dagegen waren an der Oberfläche die kurzen, strahlenartigen, an der Spitze knopfförmig etwas verdickten Fäden sichtbar, die *Stein* und ich bei Loxodes bereits abgebildet haben (Fig. 3. 4). Es kann daher über die morphologische Uebereinstimmung der Nassulakugeln mit den Schwärmsprösslingen von Loxodes kein Zweifel sein, wenn auch die erstern keine Bewegung zeigten, was möglicherweise von einer vorzeitigen Geburt in der Kälte herrühren könnte; ich habe leider versäumt, festzustellen, ob die Nassulakugeln mit dem Nucleus im Zusammenhang stehen, wie *Stein* von anderen Fällen behauptet. Die Bildung der Fortpflanzungskugeln fand sich sogar bei solchen Individuen, die eben erst aus der Theilung hervorgegangen, nur die Hälfte ihrer normalen Grösse erreicht hatten (Fig. 3). Auffallend ist, dass *Stein* bei dem mit Nassula nahe verwandten Chilodon Cucullulus ebenfalls endogene Embryonen beobachtet hat; diese entwickelten sich aber in den encystirten Thieren, durchbohrten beim Austreten die Cyste und waren mit langen Wimpern versehen, beweglich, dem *Ehrenberg*'schen Cyclidium Glaucoma ähnlich (Infus. pag. 126).

Bei der 32. Versammlung deutscher Naturforscher zu Wien hat *Stein* eine Reihe merkwürdiger Beobachtungen über die Acinetenbildung aus Schwärmsprösslingen von Loxodes Bursaria, Stylonychia Mytilus, Urostyla grandis und Bursaria truncatella vorgetragen (Tageblatt der Versammlung No. 3. p. 53). Ohne der genaueren Darstellung *Steins* vorgreifen zu wollen, kann ich nicht umhin, darauf aufmerksam zu machen, dass die Fortpflanzungskugeln von Nassula elegans in der That durch ihre tentakelartigen Fortsätze einen acinetenartigen Charakter tragen, um so mehr, da ihnen auch die schwingenden Wimpern fehlten.

Cienkowsky hat in seiner interessanten Abhandlung über Cystenbildung bei Infusorien (Band VI, Heft 3, pag. 301 dieser Zeitschrift) die Entwickelungsgeschichte einer verwandten Nassula gegeben, die er N. viridis Duj., in einer im vorigen Jahre erschienenen russischen Abhandlung über N. ambigua, nennt. Er so wie *Stein* haben bei dieser Art das Encystiren beobachtet; *Cienkowsky* giebt noch an, dass nach einiger Zeit der Körper des encystirten Infusoriums in viele scharf begrenzte Zellen zerfalle, welche die Wand der Cyste durch halsartige Verlängerungen durchbrechen; alsdann theilt sich der Inhalt der Zelle in eine grosse Zahl von monadenartigen Körperchen (Mikrogonidien), die durch den Hals nach aussen heraustreten und sich im Wasser zerstreuen. Sollten diese Beobachtungen, welche mit den von *Stein* bei Vorticella microstoma gemachten völlig übereinstimmen (vergl. *Stein* Infusorien Tab. IV, fig. 53—56, p. 194 seq.) wirklich eine Fortpflanzungsweise von Nassula bezeichnen[1]), so würden bei diesem Infusorium neben der Quertheilung noch zwei ganz verschiedene Arten von Fortpflanzungskörpern existiren, deren weitere Entwickelung freilich noch völlig unbekannt ist.

Breslau den 15. Februar 1857.

1) Anmerk. Es ist in hohem Grade auffallend, wie vollständig die von *Cienkowsky* und *Stein* beobachteten Mikrogonidien der Vorticellen- und Nassulacysten sammt ihren flaschenförmigen Mutterzellen den im Innern vieler Pflanzen schmarotzenden Chytridien (Ch. endogenum A. Br.) gleichen, mikroskopischen einzelligen Pilzen, deren Schwärmsporen die Haut einer Conferven-, Spirogyren- oder Achlyazelle, oder eines Closterium durchbohren und dann im Innern dieser Pflanzen zu kugeligen Blasen anschwellen; diese treiben später halsartige Fortsätze, mit deren Hülfe sie ihren Nährorganismus durchbrechen, während der Inhalt des Pilzes sich in zahllose Schwärmsporen umwandelt, die durch den Hals nach

Digitized by Google

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Eine Nassula elegans mit zwei endogenen Kugeln *e* im Innern einer Höhle, die durch eine grosse Spalte *sp* in eine Einbuchtung des Körpers mündet; obere (*ms*) und untere (*mi*) Anhäufung von Phykochromtröpfchen; Mund und Zahnapparat bei *z*, After bei *a*; zwei contractile Vacuolen *vc*.

Fig. 2. Ein kleineres Exemplar, aus welchem eine »Fortpflanzungskugel« am obern Theil des Körpers austritt; *mi* Anhäufung von blauen Phykochromtröpfchen vor dem After.

Fig. 3. Eine eben aus der Theilung hervorgegangene Nassula, mit einer eben austretenden »Fortpflanzungskugel«.

Fig. 4. Eine freie Fortpflanzungskugel, ohne Wimpern, aber mit geknöpften Tentakeln und contractiler Vacuole, einer Acinete sehr ähnlich.

Fig. 5. Der Nucleus von Nassula elegans frei herausgedrückt mit dem der Basis aufsitzenden Nucleolus.

Fig. 6. Eine Nassula, so von oben gesehen, dass man unmittelbar in die Spalte *sp* und auf die dahinter liegende Fortpflanzungskugel *e* blickt.

Nachschrift

zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Gattung Myzostoma Leuckart. Von Carl Semper.

Durch eine mir soeben von Herrn Prof. *Kölliker* gütigst mitgetheilte Arbeit *O. Schmidt's* »Zur Kenntniss der Turbellaria rhabdocoela« auf eine frühere Arbeit *M. Schultze's* aufmerksam gemacht, in welcher derselbe einige Beobachtungen über die Gattung Myzostoma mittheilt (Würzburger Verhandlungen 1853 Bd. 4, p. 224), erlaube ich mir, an die Bitte um Entschuldigung dieses Uebersehens, welches seine Erklärung in der verhüllten Erscheinung derselben findet, einige Bemerkungen über *Schultze's* Darstellung anzuknüpfen. Es geht daraus hervor, dass ihm das centrale Muskelsystem nicht entgangen war, während er in der Auffindung des Nervensystems weniger Erfolg hatte. Gegen die Darstellung *Lovén's* von den männlichen Geschlechtstheilen scheint *Schultze* zu einem ähnlichen Resultate gekommen zu sein, wie ich, soweit aus der kurzen Schilderung desselben zu schliessen ist; dagegen ist ihm die Bildung der Samenballen gänzlich entgangen, welche er vielmehr als die eigentlichen Mutterzellen ansieht, deren Membran länger, als sonst gewöhnlich, persistiren solle. An die alte Darstellung *Lovén's* scheint *O. Schmidt* sich wieder anschliessen zu wollen, indem derselbe an jeder Seite nur einen Ausführungsgang der männlichen Genitalien annimmt. Die widersprechenden Angaben *Schultze's* und *Schmidt's* über das Fehlen einer Afteröffnung glaube ich in der oben versuchten Weise hinreichend einigen zu können; entgegen der Angabe *Schmidt's* habe ich jedoch bei M. cirriferum keine Oeffnung auf dem Rücken wahrnehmen können.

Würzburg den 21. Juni 1857.

Aussen entleert werden. Die Entwickelungsgeschichte dieser Parasiten ist im vergangenen Jahre durch die Beobachtungen von *Al. Braun*, *Pringsheim*, *Naegeli*, *Klos*, *Cienkowsky* enthüllt worden; vergl. die Abhandlungen von *Braun* über Chytridium in den Monatsberichten und den Schriften der Berliner Akademie von 1856, und *Cienkowsky* über Rhizidium Confervae glomeratae, Botanische Zeitung 1857.

Digitized by Google

Ueber die Entwickelung der Knochensubstanz nebst Bemerkungen über den Bau rachitischer Knochen[1].

Von

Heinrich Müller.

Mit Tafel IX u. X.

Die Lehre von der histologischen Entwickelung der Knochen hat bereits mehrfache Wandlungen erfahren. Eine Zeit lang galt fast allgemein das Dogma, dass jeder Knochen durch Metamorphose von Knorpel entstehe, und nach den bekannten Untersuchungen von *Miescher* wurde das Hervorgehen der sogenannten Knochenkörperchen aus den Knorpelkörperchen als ausgemacht angesehen. Nur über die Art und Weise der Umwandlung waren die Ansichten zweifelhaft. *Schwann*[2]) hielt zwei Fälle für möglich, erstens eine Verdickung der Zellenwände und Uebrigbleiben von Porenkanälchen in denselben oder, zweitens, eine Umwandlung der rundlichen Knorpelzellen in sternförmige Zellen, welche letztere derselbe für wahrscheinlicher erklärte. Eine dritte Annahme, dass die Kerne der Knorpelzellen durch sternförmiges Auswachsen in die Knochenkörperchen mit ihren Strahlen übergingen, wurde früher von *Gerber*, *Bruns*, *Meyer*, *Todd* und *Bowman* vertheidigt, ist jedoch jetzt wohl durchaus verlassen. Hingegen wurde die erste der von *Schwann* aufgestellten Ansichten, nämlich dass das sternförmige Knochenkörperchen durch ungleichmässige Verdickung der Wand der Knorpelhöhle analog der Porenkanalbildung bei den Pflanzen entstehe, von *Henle* aufgenommen, und nachdem sie von *Kölliker* besonders durch die Untersuchung rachitischer Knochen gestützt worden war, ist diese Theorie zu einer fast alleinigen Herrschaft gelangt.

1) Der wesentliche Inhalt der vorliegenden Abhandlung wurde von mir bereits in den Sitzungen der Phys. Med. Gesellschaft am 20. Februar und 18. April 1857 mitgetheilt und die bezügliche Notiz in den Verhandlungen (Bd. VIII. S. 150) wurde noch im April d. J. gedruckt.

2) Mikr. Untersuchungen 1839. S. 35 u. 115.

Mittlerweile war die alte Erfahrung, dass nicht jedem Knochen die Existenz eines Knorpels vorhergehe, auf mikroskopische Untersuchungen gestützt wieder hervorgetreten. *J. Müller* beschrieb (Abhandl. d. Berliner Akademie 1838. S. 238) aus der Scheide der Chorda dorsalis von Chimära »Ringe, die aus einer Knochensubstanz von ähnlicher Structur, wie die fibröse Schicht selbst, nämlich aus Faserbündeln mit eingestreuten langgestreckten Zellchen bestehen«, indem er bemerkte, dass man in diesem Fall ein ganz evidentes Beispiel von »Faserknochen« habe. Hiemit war das Verhalten eines nicht aus Knorpel hervorgegangenen Knochens vollkommen bezeichnet. Für die höheren Wirbelthiere wurde zuerst von *Sharpey* (1846), dem sich alsbald *Kölliker* anschloss, die Entstehung von ächtem Knochen aus einer membranösen, bindegewebigen Grundlage dargethan. Diese Form der Entwickelung von Knochengewebe ohne Präexistenz eines Knorpels wurde in grosser Ausdehnung theils beim Dickenwachsthume knorpelig präformirter (primordialer) Knochen nachgewiesen, theils bei der ersten Entstehung einer Anzahl von Knochenstücken, welche in keinem ihrer Theile knorpelig präformirt waren (secundäre Knochen). Am schärfsten bezeichnet wurde diese Art der Osteogenese für die höheren Wirbelthiere durch *Virchow*, der bereits 1847 die directe Ossification von Bindegewebe auch in pathologischen Bildungen nachgewiesen hatte (Archiv. 1847. S. 135). Derselbe zeigte, dass hier die Knochenkörperchen sternförmige Zellen sind, welche, den Bindegewebskörperchen analog, in Höhlungen einer Grundsubstanz liegen, die dem fasrigen Bindegewebe entspricht, und wies die Entstehung des Knochengewebes durch einfache Kalkablagerung in das präexistente Gewebe nach.

Obschon diese Lehre von dem bindegewebigen Ursprung eines grossen Theils der Knochensubstanz in den wesentlichsten Punkten kaum mehr bestritten wird, blieb die vorerwähnte Theorie von der directen Umbildung des Knorpels in den Knochen für die erste Entstehung der meisten Skeletstücke und für das Längenwachsthum derselben in vollem Ansehen, mit Ausnahme weniger Autoren, unter welchen besonders *Sharpey*[1]) und *Bruch*[2]) hervorzuheben sind. Auf diese komme ich nachher ausführlicher zurück. Fast alle deutsche Histologen dagegen, unter denen ich *Gerlach*, *Henle*, *Kölliker*, *Leydig*, *H. Meyer*, *Reichert*, *Schlossberger*, *Virchow* namentlich anführen will, halten mit seltener Uebereinstimmung bis in die neueste Zeit im Wesentlichen an der älteren Ansicht von jener Metamorphose fest. Diese Ansicht lässt sich jetzt kurz so ausdrücken: Es geschieht eine Ablagerung von Kalksalzen in die Grundsubstanz des Knorpels. Indem die Höhlen der Knorpelzellen durch ungleichmässige Ablagerung neuer Schichten (mit Hinterlassung von Porenkanälen) sich verengern, werden die Knorpelzellen zu strahligen Knochenzellen. Grundsubstanz des Knorpels

1) *Quain's* Anatomy fifth edition. 146.

2) Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Knochensystems. Denkschrift der Schweizer. naturf. Gesellschaft.

und Verdickungsschichten verschmelzen zu der Grundsubstanz des Knochens, indem sie einen lamellösen Bau annehmen. Ein grosser Theil der neugebildeten oder in Bildung begriffenen Knochensubstanz wird aufgelöst und es entstehen so die mit Mark gefüllten Räume, zwischen denen die Reste des verknöcherten Knorpels als die Bälkchen der spongiösen Substanz übrig bleiben.

Eine ähnliche Anschauungsweise scheint ausserdem auch in Frankreich und England jetzt die herrschende zu sein. *Ch. Rouget*[1]) hat kürzlich eine Darstellung der histologischen Verhältnisse des Knochensystems gegeben, welche sich durchaus an die neuesten Angaben der deutschen Autoren anschliesst, und *Robin* hält in einer so eben veröffentlichten ausführlichen Beschreibung der Einwirkung von Glycerin auf Knochen[2]) seine früheren Ansichten über diese fest[3]). Derselbe weicht zwar darin ab, dass er die Anwesenheit der Kerne und Zellen in den Knochenkörperchen leugnet, aber auch nach ihm gehen die zackigen Knochenhöhlen direct aus den Knorpelhöhlen und die Grundsubstanz des Knochens aus der des Knorpels durch Verkalkung hervor.

Tomes, dessen Arbeiten über Knochenstructur[4]) sich einer grossen Autorität mit Recht erfreuen, hat in einer mit *De Morgan* publicirten neueren Abhandlung[5]) die früher von ihm geleugnete directe Umwandlung der Knorpel- in Knochenhöhlen ebenfalls acceptirt; doch nehmen diese Autoren das Hervorgehen des Knochens aus Knorpel allerdings nicht in so grosser Ausdehnung an, als dies sonst gewöhnlich geschieht.

Eine Reihe von Beobachtungen, welche ich seit einiger Zeit an Knochen auf verschiedenen Stufen der Entwickelung angestellt habe, nöthigt mich zu einer abweichenden Ansicht, welche ich im Folgenden kurz zusammenfasse:

Die ächte, aus lamellöser Grundsubstanz mit strahligen Höhlen und Zellen bestehende Knochenmasse entsteht bei Menschen und Säugethieren überall auf dieselbe Weise; strahlig auswachsende Zellen werden von einer zuerst weichen, aber alsbald sklerosirenden und verkalkenden Grundsubstanz umschlossen.

Dies gilt nicht nur für die Entwickelung der secundären Knochen und das periostale Wachsthum der übrigen, sondern auch da, wo der Knochen direct aus Knorpel hervorzugehen scheint, und zwar sowohl bei dem Auftre-

1) Developpement et structure du système osseux. Paris 1856.
2) Gazette méd. de Paris 1857. Nr. 14 u. 16.
3) Mém. de la soc. de Biologie, année 1850. S. 119.
4) Cyclopaedia of anatomy, Art. Osseous tissue.
5) Observations on the Structure and Development of bone. Philos. Trans. of the Royal Soc. 1853. I. S. 109.

ten der ersten Spuren ächter Knochensubstanz, als bei dem späteren Wachsthum derselben.

Es setzt sich hierbei die ächte Knochensubstanz an die Stelle des Knorpels, indem dessen, in der Regel verkalkte, Grundsubstanz wieder einschmilzt. Die letztere hat somit hier nur eine provisorische Bedeutung.

Die strahligen Knochenhöhlen insbesondere entstehen nicht durch Verdickungsschichten, welche unter Zurückbleiben von Porenkanälen an die verkalkten Wände der geschlossenen Knorpelhöhlen sich lagern, also durch successive Verengerung der letztern, sondern sind von Anfang zackig, nach der Form der von der neugebildeten Grundsubstanz umschlossenen Zellen.

Diese Zellen sind, theilweise wenigstens, für Abkömmlinge der ursprünglichen Knorpelzellen zu halten.

Die Bildung der ächten Knochensubstanz erfolgt theils an der äusseren Oberfläche des Knorpels, theils an seiner inneren, nämlich von den Knorpelkanälen und den Markräumen des wachsenden Knochens aus.

Es stellt somit die ganze ächte Knochenmasse das dar, was man jetzt als Bindegewebsknochen zu bezeichnen pflegt. Sie entsteht nicht auf zweierlei Art, theils aus Knorpel, theils aus einer dem Bindegewebe ähnlicheren Masse, sondern nur aus letzterer.

Diese Aufstellungen haben auch in den übrigen Wirbelthierklassen eine mindestens sehr ausgedehnte Geltung.

Knorpelverkalkung — Aechte Knochensubstanz — Chemische Verhältnisse.

Es ist hier vor Allem nothwendig, die Verschiedenheit der ächten Knochensubstanz von anderen ähnlichen Massen hervorzuheben. Bekanntlich können sehr verschiedenartige organische Substanzen der Sitz einer grössern Menge von erdigen Materien werden, wodurch sie fest, knochenartig werden. Da der Kalk hievon in der Regel den grössten Theil ausmacht, pflegt man der Kürze wegen häufig nur von diesem zu sprechen. Einen Theil dieser Ablagerungen hat man als Inkrustation, Verkreidung etc. ausgeschieden, und dabei theils mehr eine mechanische Deposition der Salze als eine chemische Verbindung mit der organischen Grundlage vorausgesetzt, theils den häufig damit vergesellschafteten Mangel an Weiterentwickelung und vitaler Energie in den betroffenen Geweben berücksichtigt. Indessen sind die Gränzen keineswegs scharf gezogen, wenn man grössere Reihen der Verkalkungsvorgänge überblickt. Wenn es sich um Knochen im eigentlichen Sinne des Wortes

Digitized by Google

handelt, sind vor Allem alle Bildungen auszuschliessen, welche der Gruppe der Bindesubstanz nicht angehören, z. B. Verkalkungen der Krystalllinse, wobei der eigenthümliche Bau derselben erhalten bleibt.

Von den Geweben der Bindesubstanz ist zuerst der ächte Knorpel zu nennen. Derselbe erleidet häufig eine einfache Verkalkung, wobei Grundsubstanz und Kapseln in eine feste, in geschliffenem Zustand durchscheinende Masse übergehen.

Die Höhlen dieser Masse, welche, anfänglich wenigstens, die Knorpelzellen oder ihre Reste enthalten, zeigen die meist rundliche Form dieser Zellen, besitzen keine strahligen Ausläufer, und die Grundsubstanz ist nicht lamellös, wie die ächte Knochensubstanz. Die Grösse und Gruppirung der Höhlen, sowie ihr Verhältniss zur Grundsubstanz wechselt je nach dem Zustande des Knorpels vor der Verkalkung beträchtlich. Eine solche einfache Knorpelverkalkung bildet bekanntlich die Rinde des Plagiostomenskelets, wo sie von *J. Müller*[1]) zuerst als pflasterförmiger, kalkhaltiger Knorpel genau charakterisirt worden ist. Bei Menschen und höheren Wirbelthieren kommt diese einfache Knorpelverkalkung einestheils als vorübergehende Bildung bei der sogenannten Ossification des Knorpels zu Stande, und es soll nachher gezeigt werden, dass sie hier wieder schwindet, ohne in ächte Knochensubstanz überzugehen. Anderntheils kommt dieselbe an einzelnen Stellen bleibend vor. So namentlich unter den Gelenkknorpeln, an der Verbindung der Rippenknorpel mit den Rippen, an den Wirbel- und Beckensynchondrosen, überhaupt, wo eine Ossificationslinie im Knorpel sich schliesslich begränzt hat. Indessen stösst an manchen Stellen z. B. der Schaambeinsymphyse der Knorpel da und dort auch unmittelbar an ächte Knochensubstanz mit strahligen Körperchen oder an die davon umschlossenen Markräume. *Sharpey* (a. a. O. S. CLVIII) hat die Natur dieser verkalkten Knorpelschicht, ihre Analogie mit der präparatorischen Knorpelverkalkung bei ächter Ossification und die Verschiedenheit von letzterer wenigstens vermuthungsweise erkannt. *Meyer*[2]) hat diese Schichten als Verknöcherung des ausgewachsenen Knorpels der Verknöcherung des fötalen und des wachsenden Knorpels gegenübergesetzt, aber abgesehen davon, dass in der »fötalen Verknöcherung« die gänzlich verschiedenen Vorgänge der fötalen Knorpelverkalkung und der ächten Knochenauflagerung zusammengeworfen sind, ist auch die Unterscheidung nicht durchgreifend, dass beim ausgewachsenen Knorpel zuerst die Zellen verkalken. Denn wie hier die Verdickungsschichten (Zellen *Meyer's*), so verkalken dort gewöhnlich zuerst die Schichten der Grundsubstanz, welche den Zellen zunächst liegen (Kapseln). Hiegegen wird allerdings die Form dieser bleibenden Knorpelverkalkungen dadurch meist von der präparatorischen Knorpelverkalkung des wachsenden Knochens verschieden, dass dort ein älterer, nicht mehr wuchernder Knorpel

1) Myxinoiden I. 1834. S. 132. *Poggendorff's* Annalen 1836. S. 347.
2) *Müller's* Archiv 1849. S. 340.

zu Grunde liegt. Von *Kölliker* wurden die fraglichen Schichten als unvollkommen ausgebildete Knochensubstanz beschrieben. *Bruch* endlich bezeichnete ausführlicher und bestimmter als *Sharpey* das Verhältniss dieser bleibenden Knorpelverkalkungen sowohl zu der ächten Knochensubstanz als zu denjenigen, welche bei der Bildung der letztern auftreten, um bis auf geringe Reste wieder zu schwinden. Einzelne verkalkte Knorpelreste bleiben nämlich auch sonst aus dem sogenannten ossificirenden Knorpel übrig, aber in geringerer Menge, wovon später. Gegen die ächte Knochensubstanz ist diese Knorpelverkalkung in der Regel durch eine deutliche Linie abgegränzt, welche anzeigt, dass ein allmäliger Uebergang hier nicht stattfindet, sondern nur eine Aneinanderlagerung. Die Höhlen, welche gewöhnlich auch hier als Knochenkörperchen bezeichnet werden, sind allerdings zum Theil nicht glattrandig, sondern etwas eckig, aber ich habe, wie *Bruch*, nie ächte, mit anastomosirenden Kanälchen versehene Knochenkörperchen daraus werden sehen. Wenn auch wirklich bisweilen, wie *Tomes* und *De Morgan* (a. a. O. S. 118) angeben, ein wohl entwickeltes Knochenkörperchen in einer Höhle des Gelenkknorpels zu Stande kommen sollte, so würde dies für den gewöhnlichen Entwicklungshergang der ächten Knochensubstanz nichts beweisen. Man muss aber vor Verwechselungen sich hier sehr hüten, denn es kommt in diesen Knorpelverkalkungen allerdings vor, dass man kleinere Lücken wie Kanälchen durch die Grundsubstanz sich verbreiten, auch wohl mit den ehemaligen Knorpelhöhlen communiciren sieht. Diese Lücken, die namentlich an getrockneten Schliffen hervortreten, wo Luft in sie eindringt, haben jedoch nur eine ähnliche Bedeutung, wie die Interglobularräume, welche am Zahnbein, an Linsenverkalkungen und sonst vorkommen. Die Imprägnation mit Kalk ist im Knorpel überhaupt von Anfang häufig eine sehr ungleichmässige, wodurch das bekannte krümelige Ansehen entsteht, das z. B. sehr oft in der Grundsubstanz um Knorpelkapseln zu bemerken ist, welche bereits homogen verkalkt und dadurch durchscheinend geworden sind. Aber auch die im Ganzen durch fortschreitende Verkalkung wieder durchscheinender gewordene Grundsubstanz ist stellenweise von sehr zahlreichen unregelmässigen Lücken durchzogen, wo theils nur die Verkalkung mangelhaft ist, theils auch vielleicht bisweilen eine Verflüssigung der Grundsubstanz stattfindet. An andern Stellen ist die Substanz dicht und homogen, wie es scheint hauptsächlich da, wo gleich von Anfang eine gleichmässige Imprägnation mit Kalk stattfand. Auch bei Plagiostomen kommen die beiden Formen der Verkalkung, die homogene und die krümelige, vor.

Diese Form der »Verknöcherung«, welche man als Knorpelknochen oder Knorpelverkalkung[1]) bezeichnen mag, ist natürlich nicht

1) Ich werde hier den letztern Ausdruck gebrauchen, wenn er auch nicht durchaus entsprechend ist, da der erstere zur Zeit leicht Missverständnisse herbeiführen

gemeint, wenn ich behaupte, dass Knochen nicht direct aus Knorpel hervorgehe, sondern die zweite Hauptform, welche man als ächte Knochensubstanz bezeichnen kann, und durch lamellösen Bau der Grundsubstanz und strahlige Körperchen ausgezeichnet ist. Dass die letzteren mit ihren Ausläufern Höhlen darstellen, in welchen sternförmige Zellen liegen, ist seit den bekannten Untersuchungen *Virchow's* nicht weiter zu bezweifeln[1]. Für die eigenthümliche Schichtung der Grundsubstanz ist im Allgemeinen bezeichnend der Ausdruck, den *Todd* und *Bowman* (S. 120) gebrauchen, dass sie »parallel to the vascular surface« sei, sofern damit äussere Oberfläche des Knochens, und innere Oberfläche der Markräume und Haversischen Kanälchen zugleich zusammengefasst ist. Dass diese lamellöse Structur mit *Bruns*, *Sharpey*, *Tomes*, *Bruch* als der Ausdruck eines schichtweisen Wachsthums und nicht, wie häufig geschah, als secundäre Metamorphose des Knochenknorpels anzusehen ist, geht auch für das intracartilaginöse Wachsthum aus den später anzuführenden Thatsachen hervor.

Wenn sich, wie ich glaube, nachweisen lässt, dass diese ächte Knochensubstanz überall auf dieselbe, bisher beim Periostwachsthum und bei den sogenannten secundären Knochen angenommene Weise entsteht, so würde man sie nach der jetzt üblichen Ausdrucksweise als Bindegewebsknochen gegenüber dem Knorpelknochen bezeichnen können. Allein ich glaube, dass man dies nicht thun sollte, da der Ausdruck »Bindegewebe« zu lange für eine bestimmte Form unter denjenigen Geweben gebraucht worden ist, welche man jetzt passend als Gewebe der Bindesubstanz zusammenzufassen pflegt. Es ist aber, wie *Bruch* richtig hervorhebt, die organische Grundlage des ächten Knochens oder die kalklose Knochensubstanz ebenso von dem exquisiten »Bindegewebe« im Bau verschieden, wie das Knorpelgewebe oder die organische Grundlage des Zahnbeins, und eine Verkalkung von gewöhnlichem Bindegewebe gibt ebensowenig ächte Knochensubstanz als die Verkalkung des Knorpels. Es dürfte deshalb gerechtfertigt sein, der organischen Grundlage des Knochens eine eigene Bezeichnung neben den andern Geweben der Bindesubstanz zu

würde, indem man darunter einen an der Stelle eines Knorpels sich entwickelnden ächten Knochen verstehen könnte.

1) Es hatte übrigens bereits *Hassall* (Mikroskop. Anatomie 1849) sich mit Bestimmtheit dafür ausgesprochen, dass nach der Entwicklung der Knochenzellen und nach der Wirkung der Salzsäure auf dieselben, die Ansicht *Schwann's* die richtige sei, nämlich dass jene für sternförmig ausgewachsene, vollkommene Zellen zu halten seien. Bei *Arnold* (Anatomie 1845 I. S. 243) findet sich auch die Angabe, dass die Knochenkörperchen »in Folge der Behandlung der Knochen mit Salzsäure hie und da als isolirte Kapseln noch sichtbar sind«, aber derselbe glaubte darin mit Rücksicht auf Erfahrungen an Pflanzen keinen Beweis für das Vorhandensein von eigenen Wänden sehen zu dürfen, und die Erfahrungen *Virchow's* an frischen Knochen beziehen sich hauptsächlich auf den Inhalt der Höhle (die eigentliche Zelle) nicht auf ihre Wände.

geben, und man müsste sie, da der alte Ausdruck »Knochenknorpel« nicht mehr recht passen will, entweder, wie *Virchow* gethan hat, als osteoides Bindegewebe (osteoide Bindesubstanz) bezeichnen oder man könnte sie einfach osteogene Substanz nennen [1]). Es kann gegen eine solche Trennung nicht geltend gemacht werden, dass alle Zwischenformen zwischen dieser osteogenen Substanz und dem ächten Bindegewebe vorkommen und dass man in der That Manches als Bindegewebe bezeichnet, dem wenig mehr fehlt als der Kalk, um Knochen zu sein, sowie dass manche Knochensubstanz dem verkalkten Bindegewebe sehr nahe steht, ja geradezu dafür erklärt werden kann, namentlich bei niederen Wirbelthieren. Denn es kommen solche Zwischenformen auch gegen den ächten Knorpel hin vor und man könnte bisweilen offenbare Periostbildungen ebenso gut als Hyalinknorpel mit strahligen Höhlen bezeichnen, wie als Bindegewebe, ehe sie durch Verkalkung Knochen geworden sind. Dieselben Uebergänge kommen ja ebenso zwischen Knorpel und Bindegewebe, zwischen Knochen- und Zahnsubstanz vor, ohne dass man darum diese Trennungen für die exquisiten Formen aufgibt.

So gut man sich gewöhnt hat, als exquisites Bindegewebe die Form zu bezeichnen, welche diesen Namen bei Menschen und nahestehenden Wirbelthieren verdient, während bei andern Thieren andere Formen erscheinen, so mag es auch erlaubt sein eine exquisite Knochensubstanz und eine exquisite osteogene Substanz aufzustellen, während sowohl bei Menschen und Säugern als auch besonders bei niederen Wirbelthieren Formen vorkommen, welche immerhin zum »Knochen« gehören, aber theils als weniger ausgeprägt, theils als Uebergänge zu andern Hauptformen der Bindesubstanz, theils als Modificationen anzusehen sind, z. B. der Knochen mit langgestreckten Faserzellen ohne weitere Ausläufer, welcher bei Amphibien und Fischen hie und da an den Extremitäten und an der Sklerotika vorkommt.

Was die chemischen Verhältnisse der in Frage stehenden Gewebe, des Knorpels und des ächten Knochens betrifft, so sind folgende Punkte ins Auge zu fassen.

Erstens ergibt sich eine einfache Erklärung dafür, dass der ächte Knochen Glutin, der Knorpel Chondrin beim Kochen gibt. Da die Knorpelsubstanz nicht in die Knochensubstanz übergeht, sondern letztere sich an die Stelle der ersteren setzt, so fällt die Frage nach dem ob? und wie?

1) Verkalkter »Knochenknorpel« würde doch kein »Knorpelknochen« sein. Der Ausdruck »osteoid« aber ist auch bereits für andere knochenähnliche, verkalkte, aber nicht wie ächter Knochen gebaute Massen gebraucht worden, so dass der Name »osteoide Substanz« schlechtweg leicht zu Missverständnissen führen würde. Wie sehr die organische Grundlage des ächten Knochens, auch wenn sie nie verkalkt war, durch ihren Bau gegen andere verwandte charakterisirt ist, zeigen namentlich die später zu erwähnenden Beobachtungen an rachitischen Knochen, wo eine solche »osteogene Substanz« in grösserer Menge und von exquisitem Bau vorkommt.

Digitized by Google

des Uebergangs von Chondrin und Glutin bei der Ossification weg. Es wird durch den gröberen Wechsel erreicht, was *Schlossberger*[1]) durch die Annahme eines molekulären Austausches von Collagen für Chondrogen zu erklären suchte.

Bruch hat das Schwankende dieser Stoffe besonders hervorgehoben und bemerkt, dass die gewöhnlich untersuchten chondringebenden Gewebe älter seien und deswegen nicht mit den jungen Knochen verglichen werden dürfen. Die vorkommenden Zwischenformen schliessen jedoch die Annahme nicht aus, dass die chemischen Verhältnisse den histogenetischen parallel gehen, da in diesen ebenfalls Uebergänge stattfinden. Gerade der Nachweis aber, dass die glutingebende Grundlage des ächten Knochens nicht auf verschiedene Weise bald aus Knorpel, bald aus Bindegewebe hervorgeht, sondern überall wesentlich dieselbe Entwickelung hat, ist jener Annahme günstig.

Wenn *Schwann* in den ossificirten Knorpeln von Schweinembryonen eine Substanz fand, welche er für Chondrin hielt, so stimmt dies damit wohl zusammen, dass in jenen Objecten ohne Zweifel mehr Knorpelverkalkung als ächter Knochen enthalten war. Ebenso kann die Angabe von *Kölliker*[2], dass die Epiphysen der Röhrenknochen von einem 18jährigen Mann auch Spuren von Chondrin gaben, darin ihre Erklärung finden, dass in demselben kleine Reste von verkalkter Knorpelsubstanz noch enthalten waren. In vorgerückteren Jahren wird diese Menge wohl eine noch geringere sein. Es erfordern übrigens diese Verhältnisse, über welche *Schlossberger* a. a. O. nachzusehen ist, eine erneuerte Untersuchung.

Ein zweiter dabei zu beachtender Punkt ist, ob der Leim aus ächten Knochen mit dem aus andern Formen der Bindesubstanz durchaus übereinstimmt, oder gewisse constante Modificationen zeigt. *J. Müller* hat bereits auf einzelne solche Variationen im Verhalten des Glutins aufmerksam gemacht, und *Schlossberger* (S. 29) bemerkt treffend, dass es möglich sei, dass bei recht umsichtiger Prüfung für jede von den Histologen als eigenthümlich erkannte Modification des leimgebenden Gewebes auch noch eine wenigstens in einigen Beziehungen bezeichnende Leimart aufgefunden wird. Für das Verhältniss des exquisiten Knochens zu exquisitem Bindegewebe würde dies einen werthvollen Anhaltspunkt geben.

Endlich ist noch zu fragen, ob nicht die quantitativen und qualitativen Verhältnisse der unorganischen Bestandtheile Modificationen erleiden, je nachdem sie Knorpel oder osteogene Substanz betreffen. Ich muss mich vorläufig begnügen, diese Fragen aufzustellen, und ihre Beantwortung für weitere Nachträge vorbehalten.

1) Chemie der Gewebe I. S. 83. *Frémy* (S. 138) scheint durch chemische Untersuchungen zu einer ähnlichen Ansicht gekommen zu sein, wie sie hier nach mikroskopischen Beobachtungen vertheidigt wird.

2) Zeitschr. für wissensch. Zool. II. S. 283.

Digitized by Google

Es soll nun zuerst das intracartilaginöse Knochenwachsthum bei Menschen und Säugethieren, dann bei anderen Wirbelthieren betrachtet und hieran eine Aufzählung früherer bezüglicher Angaben gereiht werden. Hierauf folgt das erste Auftreten der Knochensubstanz in kurzen Knochen und Epiphysen, sodann an Röhrenknochen und Rippen. Dann kommen Beobachtungen über den Bau rachitischer Knochen, endlich einige allgemeine Bemerkungen.

Intracartilaginöses Knochenwachsthum bei Menschen und Säugethieren.

Anordnung der Knorpelzellen. Verkalkung der Grundsubstanz. Eröffnung der Höhlen. Bildung der ächten Knochensubstanz. Pseudomorphose durch Ausfüllung früherer Höhlen. Stoffwechsel im jungen Knochen. Ursprung der Knochenzellen. Knorpelkanäle.

Ich will zuerst auf die Verhältnisse an dem Ossificationsrand wachsender Knochen, besonders Röhrenknochen eingehen, weil sie der üblichen Ansicht von der Umwandlung des Knorpels in Knochen stets vorzugsweise zu Grunde gelegt worden sind. Zum Studium derselben empfehlen sich Knochen, welche durch Säuren ihres Kalks beraubt worden sind und zwar erhält man besonders durch Chromsäure (mit oder ohne Salzsäure) sehr ausgezeichnete Präparate, welche einen klaren Ueberblick über die Stellen gewähren, wo sonst die von der Kalkablagerung bedingte Brüchigkeit und Dunkelheit die Einsicht so sehr erschwert. Diese Präparate gewähren dieselbe Erleichterung wie rachitische Knochen, ohne die eigenthümlichen, später zu berührenden Schwierigkeiten darzubieten. Es zeigt sich auch hier wieder, dass für schwierige und zweifelhafte Punkte die Auffindung einer geeigneten Präparationsmethode von entscheidendem Werth ist und leichter zum Ziel führt, als die sorgfältigste Untersuchung ohne solche methodische Präparation. Glycerin macht die Schnitte sehr schön durchsichtig, welche zugleich auf diese Weise sich sehr leicht conserviren lassen.

Von den Veränderungen im ossificirenden Knorpel ist zuerst zu erwähnen die Anordnung der Zellen zu eigenthümlichen Gruppen. An den Mittelstücken der Röhrenknochen bilden dieselben bekanntlich bei Menschen und Säugethieren lange Reihen oder Säulen, wobei sie anfänglich in die Quere verlängert sind, später zu mehr rundlichen Blasen anwachsen. An den Epiphysen sind diese Reihen weniger entwickelt oder es bilden die Zellen rundliche Gruppen und an manchen Stellen, wie am Gelenkkopf des Unterkiefers beim Neugebornen und beim Kalb, liegen die Zellen ziemlich gleichmässig in der Grundsubstanz, wie dies bei Vögeln auch an dem Knorpel der Diaphysen der Fall ist. Jene Reihen kann ich mit *Bruch* und *Reichert* nicht als ebenso viele Mutterzellen ansehen. Dieselben scheinen auch mir in der Regel vielmehr durch eine eigenthümliche Verschiebung der Zellen zu

entstehen, welche der bestimmten Anordnung der Knorpelzellen an vielen andern Stellen, z. B. an den Oberflächen der Knorpel oder in der Umgebung der Knorpelkanäle analog ist. *Virchow*[1]) hat neuerlich besonders hervorgehoben, wie das von ihm sogenannte »Richten« der Knorpelzellen überhaupt der weitern Entwickelung vorherzugehen pflegt. Auf der andern Seite läugne ich keineswegs wie die erstgenannten Beobachter das Vorkommen der Tochterzellenbildung im ossificirenden Knorpel, wenn ich dieselbe auch nicht überall gleich stark entwickelt finde. In einigen sehr gut erhaltenen Präparaten fand die Vermehrung offenbar in ziemlicher Entfernung vom Knochenrande statt, an einer Stelle, wo die Zellen noch sehr klein und nicht »gerichtet« waren. Dann war nichts davon zu bemerken bis an den Ossificationsrand. Das Verhalten in diesem selbst kommt bei der Markzellenbildung in Betracht. In andern Fällen dagegen findet allerdings eine Zellenwucherung in grosser Ausdehnung, und namentlich auch gegen den Ossificationsrand hin statt und es geschieht dann häufig, dass die Abkömmlinge je einer Zelle in Gruppen beisammenliegen, ohne dass man darum überall die dickeren Züge der Grundsubstanz als Reste der Mutterzellen ansehen dürfte. Jedenfalls aber ist neben der Zunahme der Grundsubstanz und der Vergrösserung der Zellen die Vermehrung der letztern ein Hauptfactor für das Wachsthum eines einmal gebildeten Skelettheils[2]).

Eine zweite Veränderung des Knorpels besteht in der Ablagerung von Kalk in demselben. Sie gibt sich mikroskopisch durch die stärkere Lichtbrechung zu erkennen, sowie dadurch, dass der Schnitt die Spuren der davon erzeugten Sprödigkeit an sich trägt. Auch an Chromsäurepräparaten sind die verkalkt gewesenen Stellen in der Regel durch die Färbung noch kenntlich, wenn auch die Gränze weniger deutlich ist. Die Verkalkung beginnt häufig dicht an den Höhlen, in denen die Zellen liegen, und breitet sich allmälig über die ganze Intercellularsubstanz aus, wenn diese nicht theilweise vorher zerstört wird. Wo die Zellen einzeln oder in kleineren Gruppen liegen, werden sie vollkommner von der Verkalkung umschlossen, als wo sie lange Reihen bilden, indem im ersten Fall die stärkeren Bälkchen ringsum imprägnirt werden. Es entstehen so die abgeschlossenen Höhlen, welche *Hassall* als primäre Markräume, *Brandt* als Knochenkapseln bezeichnet hat. Dieselben werden jedoch hier nie zu Knochenkörperchen. Wo dagegen die Zellen in sehr langgestreckten Reihen liegen, kommt es nicht überall zur Verkalkung der dünnen Quersepta zwischen den Zellen, oder es fehlen dieselben und die rasch vorrückenden Markräume dringen zwischen die verkalkten Längsbalken hinein, nur hie und da durch ein verkalktes stärkeres Querseptum abgegränzt. Hiedurch bildet die Gränze der Verkalkung einen unregelmässig

1) Die Entwickelung des Schädelgrundes. 1857. S. 28.
2) Siehe *H. Meyer* (Müller's Archiv 1849 S. 316). *Virchow* (Archiv 1849 S. 221). *Kölliker* (Mikr. Anat. II. S. 355).

Digitized by Google

zackigen Rand, dessen Zacken bald ganz kurz sind (zwischen einzelnen Zellen), bald sehr langgestreckt (zwischen Zellenreihen) vorspringen.

Schwann hat bereits angegeben[1]), dass am Verknöcherungsrand die Kalksalze theils gleichmässig an die Substanz des Knorpels gebunden sind, theils als dunkle körnige Massen auftreten, und liess es unentschieden, »ob die letzten einem blossen Depositum ähnlichen Ablagerungen reine, nicht an Knorpel gebundene Kalkerde, also bloss vorläufige Ablagerungen sind, oder ob diese Kalkerde schon an Knorpel gebunden ist und das gleichmässige Aussehen des verknöcherten Knorpels dadurch entsteht, dass sich nach und nach die ganze Substanz auf dieselbe Weise mit Kalkerde verbindet.« Jedoch war ihm die erste Annahme unwahrscheinlich, und in der That ist sie, wie *Kölliker*[2]) und *Bruch* (a. a. O. S. 56) gezeigt haben, nicht wohl haltbar. Der Uebergang in eine homogene Masse, die jedoch nicht als ächte Knochensubstanz angesehen werden darf, ist häufig unvollständig, wo eine rasche Zerstörung der verkalkten Partien eintritt, wie dies an den meisten Ossificationsrändern bei Menschen und Säugethieren der Fall ist. Es scheint mir ausserdem hier ein Theil des ungleichmässigen, körnigen Ansehens der jungen Knorpelverkalkung auf Rechnung der in der Grundsubstanz vorhandenen Neigung zum Zerfallen geschrieben werden zu müssen, da dasselbe auch nach dem Ausziehen der Kalksalze nicht ganz schwindet. Die ungleichmässig inkrustirte Grundsubstanz ist hier nebenbei in ähnlicher Weise verändert, wie dies vor der Inkrustation bereits vorkommt, nämlich streifig-körnig und trübe geworden[3]). Ich will jedoch nicht verschweigen, dass eine durch Salzsäure nicht ganz verschwindende Ungleichmässigkeit auch an Knorpelverkalkungen vorkommt, welche schliesslich nicht zerfallen, wie bei Plagiostomen, oder an der Schaambeinsymphyse des Menschen (s. oben). Auf der andern Seite ist auch die Verkalkung der ächten Knochensubstanz nicht ganz constant eine von Anbeginn homogene, wiewohl dies weitaus die Regel ist.

Der nächste Schritt zur Knochenbildung ist die Eröffnung der Knorpelhöhlen von den bereits im Knochen bestehenden Markräumen her. Dieselbe geschieht durch Schmelzung der verkalkten Knorpelsubstanz[4]) und betrifft, wie ich der

1) Mikr. Untersuch. S. 33.

2) Mikr. Anat. II. 1. S. 359.

3) Da *Reichert* (Jahresbericht 1853 S. 49) diese Veränderung der Grundsubstanz gegen *Arnold* und *Kölliker* in Abrede stellt, will ich erwähnen, dass ich dieselbe bei menschlichen Knorpeln wenigstens kurze Zeit nach der Geburt sehr ausgeprägt und häufig gefunden habe, namentlich wo die Grundsubstanz grössere Knotenpunkte bildete. Dieselbe fehlt aber auch bei Thieren keineswegs.

4) Die Angabe, dass die Markräume des Knochens dadurch wachsen, dass die Zwischenwände der in Längsreihen gestellten Knorpelzellen verflüssigt werden, und zwar in grösserer oder geringerer Ausdehnung, findet sich bereits bei *Bruns* (Allg. Anat. S. 255). *Henle* (Allg. Anat. S. 832) führt ebenfalls das Verschmelzen der Knorpelhöhlen zu Kanälen an. Man thut übrigens auch *Bidder* Unrecht, wenn

Digitized by Google

gewöhnlichen Ansicht entgegen annehmen muss, in der Regel die sämmtlichen Höhlen des Knorpels, an welche die Ossificationslinie herantritt.

Die Formation des Umsichgreifens der Markräume durch Eröffnung der Knorpelhöhlen ist etwas verschieden. Am einleuchtendsten so ziemlich zeigt sie sich an Knochen, wo eine sehr exquisite Anordnung der Höhlen zu langen Reihen stattgefunden hatte, wie z. B. in den langen Röhrenknochen von Rindsembryonen von 1—2 Fuss Länge (s. Fig. 3). Hier sieht man auf Längenschnitten am äussersten Rande vorzugsweise die Höhlen einer Reihe geöffnet, wodurch lange, schlauchartige Räume entstehen, welche etwas varikös sind, indem die Gränzen zwischen den einzelnen Höhlen jederseits eine Reihe von Vorsprüngen bilden, zwischen denen concave Bogenlinien liegen. Dazu kommen aber auch alsbald Durchbrüche der stärkeren Scheidewände zwischen den einzelnen Reihen, am Ende von solchen oder an beliebigen Stellen in der Mitte, und weiter rückwärts gehen die anfänglich langgestreckten schmalen und sparsamer mit einander communicirenden Markräume in weitere und unregelmässigere Höhlungen über, indem die Zwischenwände da und dort ausgefressen werden. Es bleiben dabei weder ganze Reihen noch die Kapseln einzelner Zellen verschont. Sehr instructiv ist es, von denselben Knochen neben den Längs- auch successive Querschnitte zu untersuchen, welche namentlich das seitliche Zusammenfliessen der Höhlen nachweisen, indem aus der anfänglich gleichmässig netzartigen Knorpelverkalkung nach und nach grössere, buchtige Räume hervorgehen. Etwas anders ist das Bild, wo die Zellen statt in langen Reihen einzeln oder in kleineren Gruppen stehen. Hier ist überhaupt der ganze Process auf einen viel kürzeren Raum zusammengeschoben und die Eröffnung der Höhlen geht gleich anfangs nicht so sehr in einer Richtung vor sich, sondern es fressen die Markräume vom Knochen her mehr nach allen Richtungen um sich in die einzelnen Höhlen, wodurch eine unregelmässigere Gestaltung der Markräume entsteht und die Verfolgung ihres Zusammenhangs schwieriger wird. Es geschieht nämlich natürlicherweise sehr häufig, dass in einem Schnitt manche Räume rings von einem Contur umzogen erscheinen, also noch für geschlossen gehalten werden, während einfach die Stelle, an welcher sie eröffnet waren, weggeschnitten ist. Eine gute Anschauung davon, wie leicht man in dieser Beziehung Täuschungen unterliegt und wie vielfach in der That die Ausbuchtungen der Markräume in die Knorpelhöhlen sind, erhält man durch Betrachtung nicht zu dünner, aber durchsichtig gemachter Präparate bei schwacher Vergrösserung. Die rothe Färbung des Marks, welche sich auch an Chromsäurepräparaten erhält, ist dabei häufig ein sehr guter Anhaltspunkt. An den Epiphysenkernen kürzerer Röhrenknochen, z. B. der Phalangen vom neugebornen Kalb, Fig 1 u. 2, pflegen

man übersieht, dass er (Müller's Archiv 1843. S. 384) nicht lediglich einzelne Zellenreihen zu einzelnen Markräumen werden liess, sondern auch das Zusammenfliessen der Höhlen nach der Dicke ausdrücklich erwähnte.

Digitized by Google

die Formen besonders sinuös zu sein. Man sieht dabei bisweilen mehrere Höhlen hinter einander anfangs je nur durch eine schmale Oeffnung communiciren; indessen muss man auch hier daran denken, dass der grössere Theil dieser Oeffnung abgeschnitten sein kann. Anderwärts greift die Zerstörung gleich von vorneherein mehr in die Breite, so dass ganze Gruppen von Höhlen mit ihrer Zwischensubstanz ganz wegfallen und nur sparsame Bälkchen (einstweilen) stehen bleiben. Dies ist z. B. bei den langsam wachsenden Wirbeln der Fall, deren Markräume sehr früh eine rundliche Form und beträchtliche Grösse erhalten. Weiterhin werden überall auch die anfänglich stehen gebliebenen, aus verkalkter Grundsubstanz und Resten von Kapseln bestehenden Balken in ihrer Totalität oder wenigstens bis auf geringe Spuren zerstört, so dass fast nichts davon in den bleibenden Knochen übergeht. Hierauf komme ich später zurück.

Für die Verfolgung dieses Einschmelzungsprocesses an dem verkalkten Knorpel sind Chromsäurepräparate besonders passend, da an ihnen die Unebenheiten und Lageveränderungen fehlen, welche durch die Härte und Brüchigkeit frischer Präparate beim Schnitt erzeugt werden, während anderseits die organische Grundlage, soweit sie vorhanden ist, erhärtet und dadurch zur Anfertigung sehr dünner Schnitte geeigneter wird. Man sieht in der Gegend des Schmelzungsprocesses die vorher scharfen und gleichmässig bogigen Wände der einzelnen Knorpelhöhlen zuerst uneben und wellenförmig oder buchtig werden und kann successiv alle Stadien bis zum gänzlichen Schwund der Zwischenwände grösserer Gruppen übersehen. Die Anfänge der Einschmelzung finden sich auf jeden Fall nicht nur an den Wänden, welche den bereits offenen Markräumen zugekehrt sind, sondern auch an Zwischenwänden noch geschlossener Gruppen von Höhlen. Es scheinen solche Zwischenwände auch mehr oder weniger häufig völlig einzuschmelzen, ehe die Wand gegen die Markräume durchgebrochen ist, so dass zuerst grössere, geschlossene Höhlen entstehen, die sich dann erst in die Markräume öffnen, es ist dies aber, wie oben erwähnt, bei Weitem nicht so häufig, als an den Schnitten der Anschein gegeben ist.

Hinter der Markraumbildung rückt nun alsbald die Entstehung der ächten Knochensubstanz her, und zwar so, dass diese im Innern der durch Auflösung der Knorpelsubstanz entstandenen Markräume als eine neue Bildung auftritt. Man erkennt zuerst an den Wänden der Markräume eine zarte, opalisirende Lamelle, welche dieselben auskleidet. Weiter rückwärts wird sie dicker und geht in unzweifelhafte, ächte Knochensubstanz mit den charakteristischen strahligen Körperchen über. Die Ablagerung folgt im Ganzen den Formen der jeweilig durch Schmelzung gebildeten Räume, indem sie nur an den äussersten Partien, gegen den Knorpel hin, fehlt. Indess geschieht ihre Ablagerung auch weiterhin ungleichmässig, was mit dem daneben andauernden Schwund mancher Partien zusammenhängt. Je nach der Form des Knorpels und der Mark-

räume ergeben sich sehr verschiedene Bilder. Wo aus den langen Reihen der Knorpelhöhlen sehr gestreckte Markräume hervorgegangen sind, erscheint die neue Knochensubstanz nur allmälig und bildet weithin nur eine dünne Auskleidung dieser varikösen Röhren, sie erscheint im Profil als ein bogiger Streifen, der allmälig an Breite zunimmt (abgebildet von *Tomes* Cyclop. of Anatomy III. p. 856). Erst ziemlich weit rückwärts erscheinen hier stärkere Bälkchen aus dieser Masse gebildet. Wo dagegen die Ossification im Ganzen langsamer vorschreitet (z. B. an Wirbeln, sobald sie einmal grössere Knochenkerne besitzen) und der Vorgang auf einen kurzen Raum zusammengedrängt ist, sieht man gleich an den Enden der Markräume eine rasch zunehmende Auflagerung, die in sehr kleiner Entfernung bereits einen beträchtlichern Theil der Markräume ausgefüllt und einzelne Bälkchen gebildet hat. Hier, wo die Markraumbildung langsam, vielleicht in einzelnen Absätzen, vorrückt, hat die Knochenbildung Zeit, gleich in dickern Schichten nachzurücken, während dort die Schmelzung des Knorpels so rasch vordringt, dass die Anbildung des neuen Knochens über eine grosse Strecke rückwärts ausgedehnt wird. An den Epiphysenkernen, z. B. der Phalangen vom Kalb (Fig. 1), entstehen der Anordnung der Markräume folgend sehr labyrinthische Bilder durch die mehr oder minder beträchtliche Ausfüllung mit Knochensubstanz[1]).

Dass diese die Markräume auskleidende Knochenschicht in der That neu aufgelagert ist, kann bei Untersuchung geeigneter Präparate nicht bezweifelt werden. Es ist dieselbe überall durch eine Linie deutlich gegen die Reste der Knorpelgrundsubstanz abgegränzt, und es geht sowohl aus der Vergleichung der Dicke der beiden Substanzen an verschiedenen Stellen desselben Präparats als aus der Anwesenheit der gleich weiter zu erwähnenden Knochenkörperchen in der Auflagerung mit Bestimmtheit hervor, dass sie nicht aus der Grundsubstanz durch Metamorphose entstanden sein kann. Sie löst sich auch bisweilen durch den Schnitt an manchen Stellen davon ab. Dass sie aber auch nicht aus einer Bildung von Verdickungsschichten in den einzelnen Knorpelkapseln hervorgeht, ist evident, wenn man sieht, wie sie über die jeweilige Oberfläche der Markräume continuirlich, wenn auch nicht gleichmässig dick hinweggeht, auch wo diese aus einer ganzen Reihe oder Gruppe von Kapseln hervorgegangen sind. Es ist die Anlagerung somit offenbar erst nach dem Zusammenfliessen dieser Kapseln, resp. nach Umbildung derselben zu Markräumen

1) Die Bilder, welche man von den Markräumen und der in dieselben nachrückenden Knochensubstanz hinter der Ossificationslinie erhält, werden auch an demselben Knochen zu verschiedenen Zeiten nicht ganz gleich ausfallen, da das Wachsthum des Skelets in manchen Perioden sehr rasch, in andern sehr langsam vorschreitet und ohne Zweifel hiebei das Einschmelzen der Knorpelverkalkung und die Anbildung der Knochensubstanz nicht stets ganz einander proportional bleiben. In der That glaubte ich manchmal den einen, manchmal den andern Factor relativ mehr vorgerückt zu finden.

Digitized by Google

erfolgt. Bisweilen hat es an dünnen Schnitten den Anschein, als ob ein Anfang der Auflagerung bereits in geschlossenen einzelnen Kapseln, oder, häufiger, in Gruppen von solchen erfolge (Fig. 1 u. 2). Allein es ist leicht einzusehen, dass dieser Anschein an dünnen Schnitten dadurch entstehen muss, dass die Communication mit den bereits vorhandenen Markräumen des neuen Knochens weggeschnitten ist. Es kommen solche Bilder auch am häufigsten vor, wo die Markräume unregelmässig, nach den Seiten um sich fressen, während an den exquisit longitudinal, nach den Reihen der Knorpelhöhlen vorrückenden Markräumen die Continuität in der Regel vollkommen zu übersehen ist, wenn der Schnitt genau in der Längenaxe der Reihen, nicht schief geführt ist. Je mehr schief dagegen der Schnitt fällt, um so mehr anscheinend geschlossene Kapseln mit Auflagerung darin kommen zum Vorschein, bis endlich ein Querschnitt ein Netz von fast lauter geschlossenen Maschen zeigt.

Ich will natürlich hiemit nicht sagen, dass das vielfach beschriebene Netz von verkalkter Substanz, welches man auf Querschnitten sieht[1]), nie durch ringsum geschlossene Kalkkapseln gebildet werde, sondern nur, dass dies bloss in der Höhe der Fall ist, wo noch reine Knorpelverkalkung existirt. Die Ausdehnung dieser Partie ist zum Theil so gering, dass sich nicht wohl ein Querschnitt machen lässt, der ganz geschlossene Kalkkapseln enthielte, während sie an andern Stellen einen grössern Raum einnimmt. Wo dagegen bereits ächte Knochensubstanz in den Maschen auftritt, ist das Geschlossensein derselben auf dem Querschnitt nur für diesen gültig, fehlt aber bei Schnitten in andern Ebenen. Es muss allerdings zugestanden werden, dass es nicht möglich ist, für jeden Hohlraum eines Präparats die vorherige Eröffnung nachzuweisen. Aber es war dies an einigen genauer hierauf untersuchten Knochen von Menschen und vom Rind in einer so überwiegenden Mehrzahl zu constatiren, dass ich mich ebenso zu einem Schlusse auf die übrigen Höhlen berechtigt glaube, wie man dies in vielen ähnlichen Fällen, z. B. in Betreff des Zusammenhangs der Harnkanälchen mit den Kapseln der Glomeruli zu thun pflegt. Demungeachtet will ich nicht behaupten, dass die Bildung einer Grundsubstanz mit sternförmig auswachsenden Zellen gar nirgends in den noch geschlossenen Höhlen vorkommen könne. Die Beobachtungen bei Rachitis ermahnen in dieser Beziehung zur Vorsicht, und es mag Aehnliches auch sonst ausnahmsweise vorkommen, es lässt dies aber keinen Schluss auf den regelmässigen Gang der Ossification überhaupt zu und gerade die exquisiteste Knochensubstanz bildet sich offenbar erst von den offenen Markräumen her.

Fasst man die in den Markräumen auftretende Knochensubstanz etwas näher ins Auge, so zeigt sich die Grundsubstanz anfänglich ziemlich structurlos, weiterhin, wo sie dicker wird, etwas streifig im

1) *Tomes* in der Cyclopaedia III. Fig. 461. *Bruch* Taf. I.

Digitized by Google

Profile. Die lamellöse Beschaffenheit, welche bisweilen auch durch leichte Spaltbarkeit angezeigt ist, erklärt sich durch die successive Auflagerung sehr leicht, während sie bisher, wo sie meist als Resultat einer secundären Metamorphose der Knorpelsubstanz angesehen wurde, ziemlich unklar blieb. Das Ansehen der Substanz ist ausserdem sowohl an Chromsäurepräparaten als nach Behandlung mit stärkerer Salzsäure oder Kali ein anderes als das der nächstgelegenen Grundsubstanz des Knorpels und es dürfte eine genauere chemische Analyse ohne Zweifel ganz bestimmte Unterschiede herausstellen. Es ist wahrscheinlich, dass dieselbe von Anfang an den Geweben zuzurechnen ist, welche Glutin geben, während die Knorpelsubstanz wohl auch nach der Verkalkung Chondrin gibt. Die Verkalkung der Grundsubstanz geschieht hier, wie in der Regel bei dem periostalen Wachsthum, homogen oder diffus von Anfang an, so dass nicht, wie bei vielen Knorpelverkalkungen, zuerst ein krümeliges Stadium vorhergeht.

Rücksichtlich der Bildungsweise der Grundsubstanz erheben sich hier ähnliche Fragen wie für andere Gebilde, namentlich die Grundsubstanz der Knorpel, die Glashäute, das Bindegewebe. Von einem directen Hervorgehen aus Zellen (durch Verschmelzung etc.), habe ich hier nichts wahrnehmen können. Hingegen ist es kaum zu bezweifeln, dass die alsbald erstarrende, ziemlich homogene Masse nur unter dem Einfluss der damit in Berührung stehenden Zellen zu Stande kommt, und es ist hier vorzugsweise an die sternförmigen Zellen zu denken, welche in jene eingeschlossen werden (Knochenzellen), vielleicht aber auch an die andern benachbarten, sogenannten Markzellen. Es scheint jedoch das Verhältniss auch der ersteren Zellen zu der Grundsubstanz nicht ein scharf begränztes zu sein, wie dies sonst vorkommt. Bei Pflanzen bleibt bekanntlich die Masse, welche um eine Zelle (Primordialschlauch) sich ablagert, in der Regel völlig abgegränzt von der zu den benachbarten Zellen gehörigen und das Vorkommen einer Masse, welche dem entspricht, was man in der thierischen Gewebelehre gewöhnlich Grundsubstanz nennt, scheint sehr beschränkt zu sein. Auch unter den thierischen Geweben kommen solche Productionen vor, welche ihre Herkunft von einzelnen Zellen stets erkennen lassen und *Kölliker* [1]) hat so eben das ausgedehntere Vorkommen solcher Ausscheidungen einzelner Zellen, namentlich an Cuticularbildungen nachgewiesen. Aber in andern Fällen ist die Abgränzung der Producte der einzelnen Zellen eine unvollkommene, und es ist zuletzt schwierig, wie *Kölliker* a. a. O. gezeigt hat, die Trennung der gemeinschaftlichen Producte ganzer Zellencomplexe, welche bleibende Organtheile darstellen, von flüssigen Drüsensecreten u. dergl. streng durchzuführen. Ich habe [2]) schon früher erwähnt, dass an den Glashäuten des

1) Verh. der Phys. Med. Ges. VIII. Heft I. Siehe auch dessen Gewebelehre 2. Aufl. S. 35.

2) Archiv f. Ophthalmologie. II. Bd. 2. Abthl. S. 61.

Auges es nicht nur unstatthaft ist, jeden einzelnen Theil als Product einer einzelnen Zelle anzusehen, sondern auch dass eine Verdickung durch eine anscheinend identische Substanz sogar noch vorkommt, wo eine unmittelbar anliegende Zellenlage gar nicht mehr vorhanden ist, und es kann hier diese Ablagerung vorläufig nicht wohl anders aufgefasst werden, als durch den Einfluss der umgebenden Gewebe entstanden, wobei fernere Beobachtungen wohl die zunächst maassgebenden Gebilde noch weiter nachweisen werden.

Beim Knorpel wird die im Innern, fern von Blutgefässen und Nerven, erfolgende Zunahme der Grundsubstanz schwerlich als unabhängig von den Zellen betrachtet werden können und doch lässt sich nicht durchaus trennen, wie viel der einen, wie viel der andern Zelle zugehört. Die sogenannten Knorpelkapseln dagegen lassen sich an vielen Stellen wenigstens als Productionen nachweisen, welche den einzelnen Zellen zugehören[1]).

An der Grundsubstanz des Knochens nun ist eine Abtheilung nach einzelnen Zellen von Anfang an nicht zu erkennen, und die rundlichen Conturen, welche hie und da um die Knochenkörperchen her beschrieben worden sind, können nicht als Beweise für eine isolirte Ablagerung der Grundsubstanz um dieselben im Allgemeinen gelten.

Fürstenberg hat zwar neuerlich als allgemeines Verhalten angegeben, dass bei Behandlung von Knochen mit Schwefel- oder Chromsäure Conturen um die Knochenkörperchen auftreten, welche er für den Ausdruck der ursprünglichen, dicht gedrängten Zellen ansieht. Ich will nun nicht behaupten, dass gar nirgends in einer geschlossenen rundlichen Knorpelhöhle ein sternförmiges Knochenkörperchen entstehen könne, obschon ich dies als regelmässigen Vorgang bei der intracartilaginösen Ossification leugne. Aber jedenfalls würden die von *Fürstenberg* beschriebenen Conturen ebensogut auf Ablagerung bestimmter Massen von Grundsubstanz um je eine sternförmige Zelle gedeutet werden können. Dies mag recht wohl irgendwo vorkommen, ich habe mich jedoch davon noch nicht überzeugt. Auch *Fürstenberg* scheint jenes Verhalten nur einmal bei vollständig ausgebildeten Knochen gesehen zu haben. Bei Fötusknochen aber können dergleichen Bilder durch eine ganz fremdartige Ursache, eine Art von Pseudomorphose entstehen, wovon nachher, und dieselbe Ursache kann ausnahmsweise bei Erwachsenen vorkommen. Ueberdies kommen durch Ernährungsverhältnisse ganz ähnliche Conturen zum Vorschein, indem, wenn auch die Grundsubstanz nicht als trennbares Product der

1) Es ist kaum zweifelhaft, dass auch hier Zwischenstufen vorkommen, und so der Streit über die Existenz der Kapseln als trennbarer Gebilde einer gewissen Vermittelung zugängig wäre. An den Knochenkörperchen dürfte wohl der zunächst um die Höhle (resp. Zelle) gelegene Theil der Grundsubstanz welcher sich, wie *Virchow* und *Kölliker* gefunden haben, bisweilen durch chemische Einwirkung trennen lässt, als ein Analogon der Knorpelkapseln bezeichnet werden, das nicht jederzeit gleich entwickelt vorkommt.

Digitized by Google

einzelnen Zellen auftritt, dennoch jede Zelle auf die von *Goodsir* und *Virchow* (s. dessen Archiv 1852. S. 375) erörterte Weise einen trophischen Einfluss auf einen bestimmten Theil der Zwischensubstanz ausüben kann[1]).

Einen sehr klaren Beleg dafür, dass die ächte Knochenlamelle, welche die Markräume auskleidet, neu aufgelagert ist, gibt die Art und Weise, wie die als Knochenkörperchen bekannten Höhlen darin auftreten.

Dieselben sind von Anfang an sternförmig und werden nur nach und nach von der sklerosirenden Grundsubstanz eingeschlossen. An den äussersten Enden der Markräume begegnet man häufig in verhältnissmässig grossen Strecken keinen Spuren von Höhlen in der dünnen Lamelle der Grundsubstanz, besonders an Stellen, wo der ganze Process sehr in die Länge gedehnt ist (Diaphysen von langen Röhrenknochen). Indessen ist es hier immerhin möglich, dass bei der nothwendigen Feinheit der Schnitte gerade die Stellen, wo Höhlen in Bildung begriffen waren, weggeschnitten sind[2]). Das Erste, was man dann bei Profilansichten, welche weniger leicht Täuschungen zulassen, von den Knochenkörperchen sieht, ist eine Kerbung des freien Randes der Knochenlamelle, von welcher aus feine Streifen in diese hineinziehen. Im günstigen Fall sitzt daran die Knochenzelle noch an, mit weniger als der Hälfte ihres Umfangs anliegend, ein rundliches, blassgranulirtes Körperchen von circa 0,015^{mm} Durchmesser. Bisweilen nimmt man daran zackige Fortsätze wahr, die indessen an der freien Seite noch wenig entwickelt sind oder wegen ihrer Zartheit schwer zu beobachten sind. Es wächst nun die Grundsubstanz mehr und mehr über die Zelle her, indem

1) Ich habe mich an dem Cement der Zähne, welches für die Existenz der Zellenconturen aussen um die Knochenkörperchen seit *Gerber* öfters angeführt wird, überzeugt, dass die oben genannten Täuschungsquellen auch hier vorkommen. Es entstehen erstens durch die starken Ausbuchtungen der Gränzlinie zwischen Zahnbein und Cement leicht bei gewissen Schnittrichtungen Conturen um einzelne oder mehrere Zellen, und etwas Aehnliches findet an den Gränzen der einzelnen Lamellen des Cements selbst statt. Ausserdem kommen zweitens Conturen im Innern des Cements vor, aber nicht nur um einzelne Zellen, sondern auch um grosse Gruppen, so dass vielfach buchtige Figuren entstehen. Diese müssten grossen, sonderbar gestalteten Mutterzellen entsprechen, von denen hier nichts bekannt ist. Es sind aber ferner die Conturen um die Knochenkörperchen häufig nicht glatt, sondern sehr uneben, und offenbar von einer Veränderung der Grundsubstanz abhängig. Sie folgen den sehr ungleich langen Ausläufern und es entstehen so Figuren, die mit knotigen Zacken in einer Weise besetzt sind, dass sie unmöglich als der Ausdruck der ursprünglich umgebenden Zelle angesehen werden können. Von diesen sind aber alle Uebergänge zu den ganz zellenähnlichen Zeichnungen zu sehen. Ich will hiermit übrigens vorläufig das Vorkommen von Kapseln mit sternförmigen Zellen darin auch hier nicht durchaus in Abrede stellen, da meine Beobachtungen noch zu wenig zahlreich sind, sondern nur die Nothwendigkeit genauer Untersuchungen hervorheben.

2) Das Vorkommen grösserer Stücke verkalkter Grundsubstanz ohne eingeschlossene Zellen, namentlich bei niederen Wirbelthieren, wird natürlich hiermit in keinem Fall in Abrede gestellt.

Digitized by Google

sie dicker wird; man sieht (im Profil) über den Rand der Zelle erst kürzere, dann längere Spitzen sich erheben, die sich dann erreichen, womit die Zelle schliesslich in die Grundsubstanz aufgenommen ist (s. Fig. 1—3). Der Vorgang ist also hier wesentlich derselbe, wie ihn *Virchow*[1]) vom Periostwachsthum beschrieben hat, nur dass hier in den Markräumen die Grundsubstanz sehr rasch nach ihrem Auftreten gleich sklerosirt. Doch erkennt man die noch nicht sklerosirte, jüngste Schicht derselben oft an einem verwaschenen Saum der Knochenlamelle, der namentlich da, wo diese über die Zellen herkriecht, bisweilen eine etwas grössere Breite hat. Sobald eine feste Grundsubstanz an einer Seite der Zelle wahrzunehmen ist, sind die zackigen Fortsätze auch bereits da. Die Zellen sind anfänglich grossentheils mehr rundlich, bis sie aber in die Grundsubstanz eingeschlossen sind, haben sie bereits die eigenthümlich linsenförmige, zum Theil ziemlich verlängerte Gestalt erhalten, die man von den Knochenkörperchen kennt (Länge 0,02—0,025, Dicke 0,005—8). Auch die Lage zu den Markräumen ist bereits die typische. Die Vergleichung von Flächenansichten mit Profilansichten zeigt dies leicht. In den ersteren erscheinen die Körperchen blasser und breiter, rundlich oder oval. Da die Zellen durch die Chromsäure in der Regel etwas geschrumpft sind, wiewohl bisweilen sehr wenig, so erhält man hier die bestimmteste Ansicht von der Anwesenheit der Zellen in den Höhlen[2]), und häufig der Kerne in den Zellen. Die Kerne sind meist rundlich, klein (0,006^{mm}), bei stärkerer Chromsäureeinwirkung gelblich glänzend. Der Contur der Zelle wiederholt die Zacken der Höhle, und von einer Täuschung durch Lichtbrechung ist hier keine Rede, da der Kalk durch die Chromsäure entfernt ist, ohne dass die Substanz aufquillt. Auch die Fortsätze der Zelle in die Kanälchen der Grundsubstanz sieht man nicht selten sehr deutlich. Indem nun die Grundsubstanz sich fortwährend verdickt, werden allmälig mehrere Reihen von Knochenkörperchen über einander gebildet. Wo die Markräume sehr unregelmässig buchtig sind, haben die Körperchen bisweilen anfänglich eine unregelmässigere Form und Lagerung und erst weiterhin, wo die Begränzung der Markräume etwas ebener wird, tritt die Anordnung derselben, wie die der Lamellen charakteristischer hervor. Die Ausläufer der Knochenhöhlen oder die Knochenkanälchen sind an den Chromsäurepräparaten in der Regel sogleich deutlich. Dadurch wird übrigens nicht ausgeschlossen, dass ihre Entwickelung auch nach der Umschliessung der Zellen mit fester Grundsubstanz noch zunimmt, denn ihre beträchtliche Länge und namentlich ihre Anastomosen

1) Archiv. V. S. 455.

2) In Rücksicht darauf, dass *Robin* neuerlichst wieder die Anwesenheit der Zellen und Kerne in den Knochenhöhlen in Abrede stellt, will ich im Allgemeinen anführen, dass ich dieselbe zwar nicht für alle und jede Knochen durchaus behaupten kann, sie jedoch in jungen Knochen gar nirgends, wo ich aufmerksam danach suchte, vermisst habe.

Digitized by Google

mit denen benachbarter Höhlen lassen nicht wohl die Annahme zu, dass sie völlig in dieser Form bereits in die Grundsubstanz eingeschlossen worden seien. Es bleiben also die Angaben *Kölliker's*[1]) über das Weiterschreiten der Kanälchen durch Resorption von Grundsubstanz gültig, wenn auch nicht in der Ausdehnung, als dies nach der Theorie von der Entstehung der Knochenhöhlen in den einzelnen geschlossenen Knorpelkapseln angenommen werden musste. Es scheint mir auch nicht undenkbar, dass die Form der Knochenhöhle selbst noch Modificationen, z. B. einer Verengerung durch secundäre Ablagerungen, unterliege. Hingegen scheint es nicht, dass die Knochenkanälchen in die Reste der ursprünglichen Knorpelsubstanz eindringen, sondern diese scheint denselben in der Regel wenigstens ein Hinderniss entgegenzusetzen, das nur durch gänzliche Einschmelzung weggeräumt wird, wie dies auch von *Tomes* und *De Morgan* angegeben wird.

Besonders hervorzuheben ist nun die eigenthümliche Formation der neuen Knochensubstanz mit ihren Körperchen, welche dadurch zu Stande kommt, dass sie mehr oder weniger weit geöffnete Knorpelkapseln ausfüllt, also an präexistente Räume bestimmter Form gebunden ist. Es entsteht dadurch eine Art von Pseudomorphose, wie bei den falschen Krystallen[2]). Die Knochensubstanz bekommt die äussere Form der vorher dagewesenen Knorpelzellen und dies Verhältniss hat ohne Zweifel am meisten dazu beigetragen, die herrschende Vorstellung von dem directen Uebergang der Knorpel- in die Knochenhöhlen zu unterstützen. Wenn die Höhle einer einzigen Knorpelzelle in geringer Ausdehnung geöffnet war, und durch Grundsubstanz mit 1—2—3 sternförmigen Zellen ausgefüllt wurde, so gibt sie völlig das Bild einer Kapsel, in welcher 1—2—3 Knorpelzellen durch Porenkanalbildung sternförmig geworden sind, sobald man die Stelle der nun ausgefüllten Oeffnung nicht sieht. Dies ist der Fall, wenn man senkrecht auf diese sieht, während man im Profil erkennt, dass die Ausfüllungsmasse wie ein Köpfchen auf einem schmalen Hals sitzt, der die Verbindung mit der übrigen ächten Knochensubstanz herstellt. Die Verfolgung unvollkommen ausgefüllter Kapseln lässt über das Zustandekommen keinen

1) Mikr. Anat. II. 362. Ich finde bei Durchmusterung vieler Präparate sehr häufig, dass die Kanälchen auf der Seite der Knochenkörperchen, welche den jüngern Schichten zugekehrt ist, mehr entwickelt, namentlich länger sind, als auf der anderen, und es erklärt sich dies Verhalten leicht durch die Annahme, dass das Auswachsen der Knochenzellen nach der Seite, wo die Grundsubstanz sich erst anlagert, längere Zeit fortdauern kann. Allein es ist dies nicht überall zu finden und reicht auch wohl nicht aus, um die Annahme einer Weiterbildung der Kanälchen in der bereits formirten Grundsubstanz überflüssig zu machen.

2) Diese Ausfüllung der Höhlen ist wohl zu unterscheiden von der molekulären Pseudomorphose durch Umsatz der Grundsubstanz, welche *Schlossberger* zur Erklärung des Uebergangs von Chondrogen in Collagen (s. oben) annehmen zu müssen glaubte (a. a. O. S. 33).

Digitized by Google

Zweifel. Fig. 1 f. ist eine solche Höhle, welche auf den ersten Blick von einer sternförmigen Zelle mit Grundsubstanz ausgefüllt erscheint. Genauere Betrachtung zeigte, dass die Höhle mit dem grösseren Markraum communicirte und die Knochenzelle nur in der dünnen Auskleidung von Knochensubstanz lag, deren geringe Dicke im Profil sich zu erkennen gab. Hier war die obere Wand der Höhle mit der Auskleidung stehen geblieben; in andern Fällen ist diese weggeschnitten, und die reine Profilansicht lässt dann keinen Zweifel über das wahre Verhältniss. Solche geöffnete Höhlen mit theilweiser oder gänzlicher Ausfüllung sind in Fig. 1—3 in verschiedenen Formen zu finden.

In den unvollkommen gefüllten Höhlen ist häufiger nur eine Zelle vorhanden, zu der später noch andere hinzukommen. Die Zahl derselben, die in eine Höhle zu liegen kommen, ist auf diese Weise ganz zufällig. Es kann wohl geschehen, dass eine Knorpelhöhle von Grundsubstanz mit einer einzigen Knochenzelle ausgefüllt wird, doch ist dies nicht häufig und selbst in diesem Fall ist die Verschiedenheit von dem gewöhnlich angenommenen Verhältniss einleuchtend. Wo die Höhlen kleinerer oder grösserer Gruppen von Knorpelzellen verschmolzen und von einer relativ kleinen Oeffnung her ausgefüllt sind, entsteht das Ansehen grosser Mutterzellen, deren Tochterzellen Knochenkörperchen geworden sind. An Knochen, wo die Markraumbildung sehr buchtig vorschreitet, wie an den Epiphysenkernen, erhält dann fast die ganze zuerst gebildete Knochenmasse das Ansehen, als ob sie nicht nur in Knorpelhöhlen gebildet, sondern aus diesen hervorgegangen wäre. Wo ein grösserer zackiger Streifen von Knorpelgrundsubstanz stehen bleibt, sind die Höhlen ringsum von allen Seiten her angefressen und nach deren Ausfüllung entsteht ein Bälkchen, welches von jeder Seite betrachtet die Knochenmasse von den Conturen der ehemaligen Knorpelhöhlen mehr oder weniger umgeben zeigt (s. Fig. 1 links unten). Dazwischen sieht man die Reste der Knorpelgrundsubstanz als zackige Leistchen (eigentlich Blätter), die nach und nach schwinden. Wenn dies bisweilen geschieht, ehe die ächte Knochensubstanz auch wieder einschmilzt, so entstehen spaltenartige Lücken in derselben, deren Form ihre Entstehung hinreichend zeigt. Wo die Markraumbildung nach den Reihen der Knorpelzellen besonders longitudinal fortschreitet, sind Profilansichten weniger täuschend, da dort von den einzelnen Höhlen nur kleinere Stücke (¼—½ des Umfangs) stehen zu bleiben pflegen und sich die einzelnen Höhlen meist zu varikösen Schläuchen aufreihen. Wenn aber ein solcher variköser Markraum mit seiner knöchernen Auskleidung gerade so gesehen wird, dass diese sich von der Fläche präsentirt, so entsteht in grösserer oder geringerer Ausdehnung das Bild, als ob die Knorpelzellen in Knochenzellen übergegangen wären, wie in Fig. 3 l an den zwei untersten Varikositäten des Markraums. Auch hier überzeugt man sich durch den Rand, der durchschimmert, durch Focaleinstellung, durch die Blässe der von der Fläche gesehenen Lamelle mit dem Knochen-

Digitized by Google

körperchen, und vor Allem durch Vergleichung vieler Stellen, an denen Höhlen theils wenig, theils sehr weit geöffnet waren, davon, dass die Knorpelhöhle nur zufällig die Form der Knochensubstanz bestimmt, und dass die Knorpelhöhle nicht direct in die Knochenhöhle übergeht.

Auch für die Verfolgung dieser allmäligen Ausfüllung der kleineren und grösseren Markräume sind neben den Längenschnitten Querschnitte sehr zu empfehlen. Dieselben zeigen theils ebenfalls das Auftreten einer zuerst dünnen Lamelle in den mit Mark erfüllten kleineren Räumen, theils weisen sie nach, wie die Knochensubstanz in seitlich geöffneten und ausgefüllten Höhlen mit der in den grösseren Räumen befindlichen in Verbindung steht. Man sieht nicht selten den Querschnitt eines solchen Raums ringsum von seichten und tieferen Buchten begränzt, die aus kleinern und grössern Abschnitten einzelner Höhlen oder Reihen bestehen, und alle von Knochensubstanz ausgefüllt sind, deren später aufgelagerte, jüngere Schichten dann gleichmässiger an der Innenfläche hinlaufen.

Dass diese von neuer Knochensubstanz ausgefüllten Knorpelhöhlen wirklich vielfach für Umwandlung der Knorpel- in Knochenzellen innerhalb der geschlossenen Höhlen genommen wurden, ist leicht nachzuweisen. So sind z. B. die von *Todd-Bowman* S. 119 gegebenen Figuren charakteristisch genug (*l* ist Knorpelgrundsubstanz, *e* und *h* ausfüllende Knochensubstanz) und die in *Kölliker's* halbschematischer Figur (Mikrosk. Anat. Tab. III.), sowie die von *Tomes* und *De Morgan*[1]) Taf. VIII. Fig. 24 abgebildeten Reihen von grossen Knochenkörperchen sicherlich hierherzuziehen. Am letztgenannten Ort Fig. 16 u. 25 sind ebenfalls die ausgefüllten Höhlen, zum Theil mit der ehemaligen Oeffnung, deutlich zu erkennen. Die Verfasser sind jedoch (ibid. S. 126) der gewöhnlichen Ansicht über die Metamorphose der Knorpelhöhle und Zelle zugethan, indem sie sich *Kölliker's* Beobachtungen an rachitischen Knochen anschliessen, zugleich aber die bereits von *Sharpey* (Quains Anatomy p. CLV) und *Kölliker* (Züricher Mitth. 1847) als innerhalb der Höhlen zusammengefallene Knorpelzellen erkannten zackigen Formen wieder für identisch mit den Knochenzellen halten, was sie sicherlich nicht sind[2].

Auch die Angaben von *Brandt* und *Reichert* über den Verknöcherungsprocess stützen sich wesentlich auf die fraglichen ausgefüllten Knorpelhöhlen. Diese Autoren unterscheiden die Markhöhlenbildung mit Eröffnung der Knorpelhöhlen als »zellige Knochensubstanz« während sie die ausgefüllten Höhlen als Globuli ossei bezeichnen, welche sammt einem Theil der Grundsubstanz die »feste solide Knochensubstanz« bilden. Dieselben verwerfen zwar die gewöhnliche Annahme einer Porenkanalbildung bei der Entstehung der Knochenzellen, aber da sie das Ausfüllsel der

1) Philos transactions. 1853. Part. 1.

2) Die von den Verfassern hervorgehobene Isolirbarkeit dieser zackig gewordenen Knorpelzellen hatte *Vötsch* bereits erwähnt.

Höhle, wodurch dieselbe sternförmig wird, als ohne vorherige Eröffnung derselben darin neu abgelagerte Grundsubstanz bezeichnen, so ist der Unterschied ein sehr geringer, sobald man die eigentliche Knorpelzelle als etwas dem Primordialschlauch der Pflanzen Entsprechendes innen an der secundären Membran (Kapsel) liegend annimmt (*Kölliker* und, etwas abweichend, *Remak*). Im letztern Fall wird das Ausfüllsel der Kapsel als Product dieser Zelle, im andern Fall als Grundsubstanz bezeichnet, deren Herkunft dahinsteht. Es ist also hiegegen ebenfalls zu erinnern, dass nicht die geschlossene Knorpelhöhle durch allmälige Ausfüllung in die Knochenhöhle übergeht, ferner dass die Markhöhlenbildung der Knochenbildung nicht nur vorangeht, sondern beide in denselben Knorpelhöhlen stattfinden, eine Trennung von zwei verschiedenen Substanzen also nicht gerechtfertigt ist, endlich, dass die Globuli ossei eben nur an der Knochensubstanz zu finden sind, welche nächst dem Knorpel gebildet wurde, nicht aber in derjenigen, welche sich auflagert, nachdem die tieferen Buchten bereits ausgeglichen sind, oder welche weiterhin in den Markräumen entsteht, nachdem die unregelmässigen Bälkchen mit den Globulis bis auf geringe Reste resorbirt wurden. Dass ähnliche Globuli bei periostaler Knochenbildung auch vorhanden seien, wie angegeben wird, habe ich nicht beobachtet. Es geschieht wohl, dass die Sklerosirung und Verkalkung einmal auch hier mit kugeliger Gränze vorrückt, wie dies Verkalkungen überhaupt sehr häufig thun, aber es ist dies hier immerhin Ausnahme und etwas wesentlich von den erst beschriebenen Globulis im Innern Verschiedenes.

Auch die oben erwähnte neuere Angabe von *Fürstenberg*, dass in fötalen Knochen die einzelnen Knochenkörperchen bei Behandlung mit Schwefelsäure oder Chromsäure von einem der Knorpelhöhle entsprechenden Hof umgeben sind, ist ohne Zweifel durch die geschilderten Verhältnisse zu erklären. Dass dies aber bei Erwachsenen in der Regel nicht der Fall ist, erklärt sich wohl einfach durch die erwähnte Wiederaufsaugung der erstgebildeten Bälkchen.

Es findet nämlich, abgesehen von dem Ansatz neuer Knochenmasse vom Knorpel her und der Wiederaufsaugung gegen die Markröhre hin, welcher Wechsel durch das Wachsthum im Grossen bedingt wird, ein Stoffwechsel im Innern der ächten Knochensubstanz in der Weise statt, dass ältere Partien aufgelöst und neue dafür gebildet werden.

Dies geht aus der Vergleichung der Formation, welche die Bälkchen und Maschen der spongiösen Substanz bei wachsenden Knochen dicht am Knorpel und weiter rückwärts zeigen, unzweifelhaft hervor; ebenso aus der mikroskopischen Betrachtung der Züge der Lamellen und Knochenkörperchen, welche häufig der jeweiligen Oberfläche folgen, mag sie flach sein, oder concav, oder convex, mit grossem oder kleinem Radius. In andern Fällen richten sich die Lamellen nach gewissen Centren, welche

Digitized by Google

von einem Blutgefäss, oder in grösseren Markräumen von einer Gruppe von Mark mit mehreren Gefässen gebildet werden. Dadurch entstehen die neuen Bälkchen, welche grössere Räume durchsetzen. Der Unterschied der compacten Rinde und der schwammigen Substanz besteht in dieser Beziehung hauptsächlich darin, dass dort meist nur das Gefäss, hier dagegen in der Regel grössere Markmassen von den Lamellensystemen umschlossen übrig bleiben, wiewohl auch hier das erstere vorkommt. Die Wiederauflösung der erstgebildeten Knochensubstanz steht auch mit vollendetem Wachsthum nicht still. Wenn man z. B. einen Längsschliff durch eine Phalanx macht, so erkennt man sehr gut, wie die ursprüngliche Substanz fast überall wieder von den Markräumen ausgefressen ist, um einer regelmässiger lamellösen Platz zu machen, auch da, wo die Epiphyse mit der Diaphyse verwachsen ist. Es ist so nur ganz ausnahmsweise richtig, wie *Arnold* und *Todd-Bowman* (S. 120) gethan haben, die Masse, welche bei Erwachsenen zwischen mehreren concentrischen Haversischen Systemen liegt, als Rest des ursprünglichen Knorpels zu nehmen. In der compacten Substanz der Röhrenknochen kann davon, wie schon *Kölliker* bemerkt hat, am wenigsten die Rede sein. An andern Stellen kommt das fragliche Verhältniss zwar vor, aber selten in einiger Ausdehnung, wie an den Gehörknöchelchen, und dann ist es meist sehr leicht zu erkennen.

Dieser gröbere Stoffwechsel im Knochen, wobei ganze Bälkchen entfernt und neue wieder gebildet werden, und namentlich die Thatsache, dass derselbe auch nach bereits vollendetem Wachsthum in gewissem Grade noch fortdauert, wie besonders durch das Verhalten an den Verschmelzungsstellen der Epiphysen dargethan wird, ist für die Beurtheilung der abnormen Ernährungsverhältnisse der Knochen von Interesse, insofern theils der Schwund, theils die Vermehrung der inneren Substanz sich dadurch an die normalen Vorgänge mehr anschliessen. Etwas Aehnliches ist bis jetzt nur von wenigen Geweben bekannt.

In Hinsicht auf die Entfernung der Reste des ursprünglichen Knorpels ist dieser Stoffwechsel im bereits gebildeten Knochen auch von denen, welche ihn vorzugsweise berücksichtigt haben, wie mir scheint, noch zu gering angeschlagen worden. *Tomes* und *De Morgan* [1]) geben richtig an, dass von der verkalkten Grundsubstanz des Knorpels nur da und dort kleine Spuren in Erwachsenen vorkommen, welche sie aus dem Felsenbein abbilden. Allein diese Autoren lassen die Knorpelzellen innerhalb ihrer Höhlen zu Knochenzellen werden und so in den definitiven Knochen eingehen. Dabei heben dieselben allerdings den im ächten Knochen selbst stattfindenden gröberen Stoffwechsel mehr hervor als gewöhnlich geschieht, indem sie nicht nur die bekannte (s. *Kölliker* Mikr. Anat. S. 370) Wiederauflösung des älteren Knochens erwähnen, welche durch

1) Philos. Transactions 1853. I. 135.

das Wachsthum bedingt ist, sondern auch das Vorkommen ähnlicher Vorgänge im Erwachsenen hervorheben und eine Darstellung der verschiedenen Formen von Lamellensystemen geben, welche dadurch zu Stande kommen[1]). *Bruch* dagegen, obschon er wie die genannten Autoren dem Stoffwechsel im wachsenden Knochen grosse Ausdehnung und Wichtigkeit beimisst, lässt doch (a. a. O. S. 106 u. 136) von der Substantia spongiosa die unter den Verknöcherungsrändern gelegenen Theile, sowie die Diploë der kurzen und dicken Knochen, die keine grössere Markhöhle besitzen, namentlich der Wirbelkörper, in ihren Fundamenten von der primordialen Verknöcherung, d. i. Knorpelverkalkung, herrühren, und dann durch Auflagerungen verstärkt werden. Die Gehörknöchelchen aber bestehen nach ihm auch beim Erwachsenen noch fast ganz aus primordialem Knochengewebe mit grossen, strahlenlosen Knochenkörperchen. Was zuerst die Wirbelkörper betrifft, so tritt hier leicht eine Täuschung durch die scheiben- oder ringförmigen Epiphysenkerne ein, von denen *J. Müller* (Myxinoiden I. S. 242) bereits bemerkt hat, dass sie »beim Menschen merkwürdigerweise so spät bei Vollendung des Wachsthums erscheinen.« So lange diese Epiphysen nicht völlig mit dem Körper verwachsen sind, findet man an der Berührungsfläche, also in einiger Entfernung von der Endfläche des Knochens, auch bei Erwachsenen eine gewisse Portion Knorpelverkalkung. In der tieferen Diploë aber kann man schon jetzt grosse Strecken durchmustern, ohne auf grössere Reste derselben zu stossen. Später wird sie auch an jener Berührungsfläche eliminirt und von ächter lamellöser Knochensubstanz ersetzt. So fand ich bereits bei einem 27jährigen Individuum kaum eine Spur jener Ansatzlinie der Epiphyse mehr vor, die übrigens häufig eine sehr zackig ein- und ausspringende ist. *Meyer*[2]) hat diese Wirbelepiphysen beim Menschen als »Verknöcherung des ausgewachsenen Knorpels« nicht den Epiphysen der Röhrenknochen, sondern der Schicht von verkalktem Knorpel an den Gelenkenden der Röhrenknochen gleichgesetzt, was mir nicht richtig scheint. Denn es ist hier allerdings, dem vorgerückten Alter entsprechend, die Intercellularsubstanz bereits vermehrt und die Kapseln nicht selten verdickt, allein abgesehen von der äussersten Schicht, welche, wie auch an den ächten Epiphysen, persistirt, wird der verkalkte Knorpel nicht nur wieder zur Markraumbildung verwendet, sondern es entwickelt sich darin eine beträchtliche Menge ächter Knochensubstanz (ein ächter Kno-

1) *Bruns* erwähnt bereits (a. a. O. S. 255) eine schichtweise Bildung von neuer Knochenmasse in den Markkanälen, scheint jedoch vorzugsweise die compacte Substanz im Auge zu haben, während *Kölliker* (Mikr. Anat. II. 373) bemerkt, dass auch in der zelligen Substanz, die aus Knorpel entsteht, secundäre Ablagerungen, ähnlich denen der Haversischen Kanäle, nur nicht so entwickelt, vorzukommen scheinen. Ueber den Stoffwechsel beim Wachsthum im Grossen s. *Kölliker* S. 370 u. 380.

2) Müll. Archiv 1849. S. 350.

chenkern), ehe die Verschmelzung mit dem übrigen Wirbelkörper eingeleitet ist. Es verhält sich somit jene Scheibe wie eine ächte Epiphyse[1]).

In den Gehörknöchelchen fand ich bei Neugeborenen allerdings noch ziemlich beträchtliche Mengen verkalkter grosszelliger Knorpelsubstanz, daneben aber auch die schon von *Bruch* erwähnten Auflagerungen ächter Knochensubstanz an den Wänden der beträchtlichen Markräume, sowie auch theilweise an der äusseren Oberfläche wohl entwickelt. Bei Erwachsenen dagegen und namentlich älteren Individuen fanden sich im Innern des Hammers wie des Amboses nur einzelne Gruppen jener Reste des ursprünglichen Knorpels, von denen eine der grösseren in Fig. 5 gezeichnet ist. Bei Weitem überwiegend war die ächte Knochensubstanz, welche die Markräume so ausgefüllt hatte, dass die Substanz nun fast überall als compact bezeichnet werden konnte. Die Oberfläche der Knöchelchen war zum Theil mit einer periostalen, lamellösen Rinde versehen, an den meisten Stellen aber fand sich dort eine Schicht unvollkommener Knochensubstanz mit kleinen, etwas zackigen Höhlen, welche wohl der Uebergangsschicht des ursprünglichen Knorpels zu dem Perichondrium entsprach und an manchen Stellen ebensogut als kleinzellige Knorpelverkalkung angesprochen werden konnte. Dieses Verhalten der Oberfläche hängt mit dem geringen Wachsthum nach der Ossification zusammen. Sogar das sog. Ossiculum Sylvii zeigte geschliffen einen Markkanal mit ächter Knochensubstanz umher, während die Oberfläche ebenfalls aus jener kleinzelligen Schicht bestand, die in eine unverkalkte faserknorpelige Masse überging. An den Gelenken lag unter dem Knorpel die verkalkte Schicht, wie sonst an grössern Knochen.

Wenn nun die neue Knochensubstanz nicht aus dem Knorpel hervorgeht, und die Knochenhöhlen nicht den Knorpelhöhlen entsprechen, so entsteht die Frage, wie verhalten sich die in beiden enthaltenen Zellen zu einander; gehen die Knochenzellen aus den Knorpelzellen hervor oder nicht?

Bidder[2]) hat, soviel ich weiss, sich zuerst bestimmt dahin ausgesprochen, dass aus den Knorpelzellen durch endogene Bildung neue Zellen oder

1) *Luschka* sagt (Virchow's Archiv IX. 312), dass man mit Unrecht die Knorpelplatten der Wirbelkörper als scheibenförmige Epiphysen bezeichnet habe, da die Verknöcherung vom Wirbelkörper aus allmälig ohne Dazwischenkunft eines besondern Knochenkerns bis zu einer gewissen Gränze fortschreite. Es ist mir jedoch nicht klar, was *Luschka* hiermit meint; da einem so erfahrnen Anatomen das fragliche Factum an sich sicherlich nicht entgangen sein kann, welches seit *Albin's* (Icones ossium fötus. 1737. S. 54) präciser Beschreibung von so vielen Anatomen bestätigt worden und so leicht zu sehen ist. Es sind darüber besonders auch die schönen Untersuchungen von *Bergmann* nachzusehen (Ueber die Skeletsysteme der Wirbelthiere; in den Göttinger Studien 1845).

2) Müll. Arch. 1843. S. 392. *Schwann* (a. a. O. S. 25) hatte sich bereits gegen die Vorstellung verwahrt, dass die in Knorpelzellen gebildeten jungen Zellen auch wieder Knorpel werden müssten, und die Vermuthung, dass das Mark aus dem Knorpel hervorgehe, findet sich schon bei *Nesbitt*.

Digitized by Google

Zellenkerne entstehen, welche die Grundlage der verschiedenen Gewebe sind, die in späterer Zeit die Knochenkanäle erfüllen, des Fettzellgewebes, der Blutgefässe nebst Inhalt etc. *Bidder* hat dabei nicht nur die kleinen Markzellen, sondern auch die grossen, vielkernigen Formen erwähnt, welche später von *Robin* und *Kölliker* näher beschrieben worden sind. Hierauf hat *Rathke*[1] wiederholt mit Bestimmtheit das Hervorgehen der Markzellen aus den Knorpelzellen, unter rascher Vermehrung derselben beobachtet und *Virchow* kam durch Vergleichung des Knorpelmarks mit dem Knochenmark zu derselben Ansicht (Archiv 1853. S. 428).

Da nun die Zellen, aus denen die sternförmigen Knochenzellen werden, anfänglich von den andern Markzellen nicht zu unterscheiden sind und in denselben Räumen liegen wie diese, so lässt sich auch die Entstehungsweise beider vorläufig nicht trennen. In der That hat *Hasse* (Zeitschr. f. rat. Med. V. 192) schon längst vermuthet, dass die bei Rheumatismus von ihm in den Knochen entdeckten Zellenmassen, welche den kleinen Markzellen jedenfalls zum Theil sehr nahe stehen, sich zum Theil in wirkliche Knochensubstanz umbilden möchten, und *Kölliker*[2]) bemerkte, dass die Knochenbildungsvorgänge im Innern der Knochen nicht von Knorpel, sondern von den weichen Theilen des Knochenmarks ausgehen. *Hassall*[3]) liess aus den granulirten Zellen, welche er in fötalen und, in geringerer Menge, auch in den ausgewachsenen Knochen fand, sowohl die Knochenzellen als das Mark hervorgehen, hielt es jedoch für wahrscheinlich, dass zwei Arten von granulirten Zellen vorhanden seien. *Hein*[4]) dagegen erklärte diese Markzellen für Bildungszellen, aus denen vorzugsweise die verschiedenen Arten von Bindesubstanz, einschliesslich des Knochens hervorgingen, wogegen für die jungen Zellen in wachsenden Knochen wenigstens nichts einzuwenden sein wird.

Ich zweifle nun nach dem, was ich gesehen habe, ebenfalls nicht daran, dass die Mark- und jungen Knochenzellen im Allgemeinen als Abkömmlinge der Knorpelzellen zu betrachten sind[5]). Man sieht manchmal an oder in dem Ossificationsrande Knorpelhöhlen, in denen mehrere, durch Vermehrung gebildete Zellen liegen, welche an Grösse und Beschaffenheit den Markzellen schon sehr nahe stehen, während in einiger Entfernung die Knorpelzellen beträchtlich grösser waren. Hier geschieht der Uebergang der wuchernden Knorpel- in Markzellen einfach durch Einschmelzen der Grundsubstanz. In andern Fällen dagegen sieht man

1) Froriep's Not. 1847. II. 305. Dort unterscheidet *Rathke* auch bereits sehr gut die stets dünnwandigen Zellen des Knorpels von den durch Verdichtung der Grundsubstanz zunächst um jede Zelle entstandenen Kapseln, die von der übrigen Grundsubstanz durch eine meist scharfe Gränze geschieden sind. S. ferner Entwicklungsgeschichte der Schildkröten S. 136.

2) Zootom. Bericht 1849. S. 44.

3) Mikr. Anat. 1849.

4) De ossium medulla Diss. Berol. 1856.

5) *Bruch* (a. a. O. S. 56.) spricht sich durchaus für das Gegentheil aus.

Digitized by Google

einen so allmäligen Uebergang nur in sehr wenigen Zellen oder gar nicht. Es liegen in den Höhlen Zellen von 0,02—0,04—0,06 mm, mit Kernen von 0,01—0,015 mm und an diese schliessen sich gleich Höhlen an, welche dicht mit granulirten Markzellen von circa 0,015 und häufig mit Blut gefüllt sind, dabei aber grossentheils nachweislich bereits gegen die ältern Markräume hin offen sind. Die letzten grossen Zellen sind in grösserer oder geringerer Anzahl etwas trübe und, wie *Virchow* (a. a. O. 428) bemerkt hat, dadurch ausgezeichnet, dass sie nicht mehr so leicht durch Wasser zusammenschrumpfen[1]). Es mag nun sein, dass dabei dennoch in einzelnen Zellen eine Vermehrung stattfindet, welche wegen ihrer Rapidität schwer zu beobachten ist, aber eine grosse Zahl der in verkalkter Grundsubstanz enthaltenen Knorpelzellen geht hier, wenn ich nicht sehr irre, zu Grunde und ich glaube in manchen eben eröffneten Höhlen die zusammengefallene Zelle neben einem Häufchen eingedrungener Blutkörperchen gesehen zu haben. Dies rasche Eindringen von Blut in viele der eben erst geöffneten Knorpelhöhlen[2]), wobei mir das Verhalten der Gefässe nicht recht klar wurde, ist für die fraglichen Verhältnisse in mehrfacher Beziehung interessant. Einmal zeigt die Anwesenheit von Blutkörperchen in vielen Höhlen, die auf den ersten Blick geschlossen erscheinen, dass dieselben in der That bereits von den Markräumen her eröffnet waren, denn es wird von jenen Niemand annehmen, dass sie aus der Knorpelzelle so rasch hervorgegangen seien. Ausserdem geht daraus hervor, dass der Inhalt der Markräume auch durch verhältnissmässig kleine Oeffnungen in die neu eröffneten Knorpelhöhlen vordringen kann, und es ist um so weniger die Möglichkeit zu leugnen, dass auch die in Vermehrung begriffenen Markzellen von den älteren Räumen aus in die später eröffneten Höhlen vordringen.

Es sind demnach die neuen Knochenzellen theilweise als die Abkömmlinge der an derselben Stelle gelegenen Knorpelzellen zu betrachten, und es scheint vorzukommen, dass die Knochenzellen mit der neugebildeten Grundsubstanz den Raum derselben Höhle ausfüllen, in welcher die Mutterzelle gelegen war. Es dürfte auch kaum im Allgemeinen zu leugnen sein, dass dieselbe Zelle, die für sich eine Knorpelhöhle ausfüllte, in eine sternförmige Knochenzelle auswachsen kann, da ein solcher Uebergang an andern Orten nicht bezweifelt werden kann[3]). Doch dürften beim

1) Man sieht nicht selten die Zelle hier etwas kleiner als ihre Höhle, was schon *Rathke* bemerkt hat, und z. B. in dem Fig. 1 gezeichneten Präparat der Fall war. Es ist dies indess doch wohl als Leichenphänomen zu deuten und an andern gelungenen Chromsäurepräparaten sah ich die Zellen den Kapseln dicht anliegen.

2) Chromsäurepräparate lassen in geeigneten Fällen den Zweifel nicht zu, dass das Blut erst bei der Präparation in die Höhlen gerathen sei.

3) Eine Stelle, wo ein solcher Uebergang sehr exquisit beobachtet werden kann, sind die Intervertebralscheiben von Rindsembryonen. Hier findet sich in früheren Stadien unzweifelhafter Knorpel, nur durch die Richtung der Zellen etwas ausgezeichnet. Später wachsen die Zellen theils nach zwei, theils nach mehre-

Digitized by Google

normalen Wachsthum die Knochenzellen in der Regel wenigstens als eine ganz junge Brut anzusehen sein. Von diesen jungen Zellen aber ist es schon an den äussersten Enden der Markräume zum Theil zweifelhaft, ob sie die unmittelbaren Abkömmlinge der Knorpelzellen sind, deren Stelle sie einnehmen, und weiter rückwärts, wo sich in grosser Entfernung vom Knorpel neue Knochenschichten von den grösseren Markräumen her anlegen, ist es sicher, dass die Knochenzellen nicht unmittelbar aus den Knorpelzellen, sondern aus den Zellen des weichen Marks hervorgehen. Hier steht somit Zahl, Form und Anordnung der Knorpel- und Knochenzellen in gar keinem bestimmten Verhältniss zu einander, und es mögen die letztern zum Theil nur sehr entfernt von den erstern abstammen. Es ist sogar keineswegs sicher, wie viele von den neuen Knochenzellen überhaupt Abkömmlinge der Knorpelzellen sind, welche von der verkalkten und dann schwindenden Grundsubstanz umschlossen waren, und ob nicht ein Theil derselben von ganz anderen Zellen abstammt.

Es sind nämlich bei der Frage nach dem Ursprung der Markzellen auch die Kanäle zu berücksichtigen, welche den Knorpel an den Enden der Röhrenknochen vor der Ossification durchziehen. *Bidder* und *H. Meyer* haben die Bedeutung dieser Knorpelkanäle sehr gering angeschlagen[1]), wogegen sich *Kölliker* mit Recht erklärt hat, da dieselben in den grösseren ossificirenden Knorpeln von Neugeborenen und älteren Fötus constant vorkommen. Die in ihnen frühzeitig entwickelten Blutgefässe stehen, wie *E. H. Weber* schon angegeben hat (Meckel's Archiv 1827 S. 235), sowohl mit denen des Perichondrium, als mit denen des ossificirten Mittelstücks in Verbindung. Der Inhalt derselben verdient den von *Meyer* mit Unrecht so sehr verworfenen Namen des Knorpelmarks durchaus, indem dieselben nicht selten eine Masse enthalten, welche dem fötalen Knochenmark völlig entspricht, nämlich Blutgefässe und Markzellen in eine mehr oder weniger entwickelte weiche Substanz eingebettet. In anderen (jüngeren) Kanälen trifft man kleinzellige Massen, welche dem Knorpel noch mehr oder weniger nahe stehen, zum Theil mit longitudinaler Spaltung der Grundsubstanz und analoger Form der Zellen.

Was die Entwickelung dieser Knorpelkanäle betrifft, so glaube ich

ren Richtungen in ramificirte Fortsätze aus, die vielleicht theilweise anastomosiren, so dass sie sehr grossen Bindegewebskörperchen ganz ähnlich werden. Die Grundsubstanz erleidet mittlerweile theils eine Erweichung, theils eine Zerfaserung. Da dieser Vorgang vom Innern der Intervertebralscheibe aus sich verbreitet, und zwischen den wahren Wirbeln früher, am Schwanz später auftritt, so kann man hier alle Uebergangsstufen theils hintereinander, theils nebeneinander beobachten. Fig. 18 zeigt einige Zellen aus dem Zwischenwirbelband des Lumbaltheils von einem 8zölligen Rindsembryo.

1) Es ist jedoch nicht zu übersehen, dass *Bidder* vorzüglich und mit Recht gegen die ältere Ansicht kämpfte, wonach die Knorpelkanäle als die bereits vollkommen vorgebildeten Markkanälchen des Knochens angesehen wurden.

Digitized by Google

sie zum grossen Theil durch eine Umbildung des Knorpels bedingt gesehen zu haben, wie sie *Virchow*[1]) von rachitischen Knochen beschreibt, allerdings von einer Stelle, wo diese Kanäle mehr den Markräumen zu entsprechen scheinen, die sonst hinter der Knorpelverkalkung herrücken, um so mehr, als derselbe (S. 423) der Gefässe des Epiphysenknorpels noch besonders erwähnt, ebenfalls als einer in diesem Alter, kurze Zeit nach der Geburt, constanten Bildung. Ich glaube jedoch an diesen Kanälen der Epiphysenknorpel ein Wachsthum auch in etwas anderer Art getroffen zu haben, als durch Umsichgreifen in den Knorpel mit Assimilation desselben. Es schien mir nämlich ein Fortschreiten in die Dicke und Länge durch Verdrängen der Knorpelsubstanz stattzufinden, indem der bereits vorhandene Inhalt der Knorpelkanäle wohl durch Zellenvermehrung sich ausdehnt. Dies gilt besonders für anfänglich enge, fast spaltenartige Fortsetzungen der Kanäle, in welche sehr früh Blutgefässe eindringen. Dass Lagenveränderungen durch molekulare Vorgänge im Knorpel vorkommen, zeigt die reihenweise Anordnung der Zellen, welche nach und nach »gerichtet« werden, und speciell in der Umgebung der Knorpelkanäle haben die Zellen in der Regel eine eigene longitudinale und dabei strahlige Anordnung, die sich häufig auf eine ziemlich grosse Entfernung erstreckt (*Sharpey* a. a. O. CLII. s. auch *Bidder* a. a. O. S. 386).

Da nun die Kanäle des Knorpels mit den Markräumen des schon gebildeten Knochens in Verbindung stehen, so ist auch die Möglichkeit gegeben, dass die in den Knorpelkanälen entstandenen jungen Zellen späterhin zu Knochenzellen werden, und durch Wucherung einen grösseren oder geringeren Antheil an der Bildung der Knochenmasse haben. Die später mitzutheilenden Erfahrungen über die Bedeutung der Knorpelkanäle für die Entstehung der Knochenkerne in den Epiphysen könnten der Annahme günstig sein, dass dieser Antheil ein sehr beträchtlicher sei, also die Knochenzellen vorwiegend Abkömmlinge der Knorpelzellen seien, deren Umgebung noch nicht verkalkt war. Indessen ist dagegen anzuführen, dass, wie schon *Hassall* angab, die Verknöcherung nicht gerade da am weitesten vorgerückt ist, wo Knorpelkanäle in die Ossificationslinie zu liegen kommen, und für die weiter rückwärts gelegenen jungen Knochenzellen ist es unmöglich, die Abstammung genau anzugeben, ob sie von den Zellen des verkalkten Knorpels oder dem Mark der Knorpelkanäle herrühren, und namentlich auch, im wievielsten Grade sie mit den ursprünglichen Knorpelzellen verwandt sind. Es ist ebenso unmöglich nachzuweisen, dass nicht Knochenzellen ganz neu aus einem Blastem entstehen, indessen muss man bei dem dermaligen Stand der Erfahrungen von einer solchen Annahme, so lange sie nicht direct erwiesen ist, wohl Umgang nehmen.

1) A. a. O. S. 424.

Intracartilaginöses Knochenwachsthum bei Wirbelthieren anderer Classen.

Röhrenknochen vom Huhn. Frosch. Salamander. Polypterus.

Die im Vorhergehenden dargelegten Beobachtungen wurden an verschiedenen Knochen des Menschen und einiger Haussäugethiere gemacht. Wiewohl es nun stets misslich ist, im Bereich der vielgestaltigen Bindesubstanzen generalisirende Schlüsse zu ziehen, so ist es doch wohl erlaubt anzunehmen, dass überall, wo bei Säugern es vor der Ossification zur Bildung der grossen Knorpelhöhlen und zur Verkalkung der dazwischenliegenden Grundsubstanz kommt, auch das Verhalten der ächten Knochensubstanz zum Knorpel dasselbe ist. Für die andern Wirbelthierclassen ist ein allgemeiner Schluss weniger zulässig, doch ist auch bei diesen das Vorkommen jenes Verhaltens ein wenigstens sehr ausgebreitetes.

Es geht nämlich auch hier sehr vielfach nachweisbar das Vorrücken eines schon bestehenden ächten Knochens gegen den Knorpel im Wesentlichen dadurch vor sich, dass die ächte Knochensubstanz und das Mark sich an die Stelle des Knorpels setzen, welcher einschmilzt, mit oder ohne vorherige Verkalkung. Im Einzelnen kommen mancherlei Modificationen vor, von denen ich einzelne Beispiele anführen will.

An den langen Röhrenknochen der Vögel tritt die ächte Knochensubstanz anfänglich blos als periostale Rinde auf, später aber, wenn jene eine gewisse Grösse erreicht haben, rückt dieselbe in der ganzen Dicke des Knochens gegen den Epiphysenknorpel vor. Man sieht dann z. B. an der Tibia des Huhns (s. Fig. 4) die Höhlen dieses Knorpels gegen den Ossificationsrand hin eine im Allgemeinen quere Lage einnehmen und zu Blasen von 0,015—0,02 ^{mm} anwachsen, welche jedoch zum Theil stets etwas länglich bleiben, meist mit Vorwalten des queren Durchmessers. Eine Anordnung in Längsreihen fehlt oder ist sehr wenig ausgesprochen. Durch Imprägnation mit Kalk, die alsbald homogener wird, als dies bei Säugethieren meist der Fall ist, entsteht eine sehr zierliche Knorpelverkalkung, deren Durchschnitte in jeder Richtung ein Netz mit ziemlich gleichmässigen Maschen darstellen. Dieselbe ist hier auf eine viel grössere Strecke ausgedehnt, als die entsprechende Partie bei Säugethierknochen, da sie mehr allmälig zu Grunde geht. Dicht an der Ossificationslinie ist die Knorpelverkalkung von Stelle zu Stelle von Markräumen durchbrochen, welche mehr oder weniger senkrecht an jene Linie herantretend dort in Knorpelkanäle übergehen, deren Blutgefässe an Querschnitten von einer Substanz umgeben sind, welche Zwischenstufen von Knorpel und fasrig-zelligem Mark [1], nicht selten mit concentrischer Anordnung zeigt. An Längsschnitten wechseln also am Anfang der

1) Durch Verkalkung solcher Stellen entstehen auch hier Mittelstufen zwischen ächtem Knochen und Knorpelverkalkung, durch die man sich nicht zur Annahme eines regelmässigen Uebergangs verleiten lassen darf.

Digitized by Google

Knorpelverkalkung diese Längsräume mit säulenförmigen Massen der ersteren ab, während Querschnitte diese in Gestalt eines Netzes zeigen, dessen Balken aber je aus einer ziemlichen Zahl von Knorpelhöhlen bestehen[1]).

Weiter gegen den fertigen Knochen hin werden die Markräume vielgestaltiger, indem sie die Knorpelverkalkung der Quere nach durchbrechen, dann wieder longitudinal in den stehengebliebenen Säulen vorrücken, überhaupt die Knorpelverkalkung nach allen Richtungen ausfressen, bis nichts oder nur da und dort ein kleiner Rest davon übrig ist. Ein theilweiser Schwund der Zwischenwände der Knorpelhöhlen, so dass 2—3—4 lappige Räume entstehen, scheint auch hier der Eröffnung von den Markräumen her theilweise voranzugehen, doch ist man sehr leicht Täuschungen in dieser Beziehung ausgesetzt. Der Schwund der Knorpelverkalkung geht auch bei Vollendung des Wachsthums fort, denn man findet an den Gelenkenden erwachsener Thiere nur eine dünne Schicht von Knorpelverkalkung[2]) unter dem Gelenkknorpel, wo sich Wachsthum, Markraumbildung und ächte Ossification begränzt haben. Die darin eingeschlossenen Höhlen sind hier grösstentheils den grossen Blasen des wachsenden Knorpels unähnlich, klein, die Grundsubstanz nicht selten streifig. Ausserdem aber ist die Knorpelverkalkung fast durchaus geschwunden, um ächter Knochensubstanz Platz zu machen, auch an der Verwachsungsstelle der Epiphysen mit dem Mittelstück.

Die ächte Knochensubstanz zeigt sich auch hier als eine neue Bildung an den Wänden der Markräume, mit zackigen Höhlen, die nicht aus denen des Knorpels hervorgehen. Zuerst tritt eine ganz dünne Knochenschicht auf, welche weiter rückwärts durch lamellöse Auflagerung an Dicke zunimmt, indem die Reihen der über einander liegenden Körperchen sich mehren. Diese sind gleich von Anfang strahlig und ihre Lagerung so, dass an ein Hervorgehen aus den Knorpelhöhlen nicht zu denken ist, abgesehen davon, dass man auch hier die Anbildung der rasch sklerosirenden Substanz von der Markhöhle her verfolgen kann. Die Gränze gegen die Knorpelverkalkung ist an hinreichend dünnen Schnitten oft sehr deutlich und man sieht sie auch hier durch theilweise angefressene und wieder ausgefüllte Knorpelhöhlen buchtig (s. Fig. 6). Bei der geringeren Grösse der letzteren geschieht es leichter, dass nur ein einziges Knochenkörperchen in eine solche Höhle zu liegen kommt und der Anschein einer Umbildung derselben in ein Knochenkörperchen entsteht. Aber auch die am weitesten zurückgelegenen Knorpelhöhlen sind nicht Knochenkörperchen geworden, und die Knochensubstanz ist abgesehen von den Körperchen hinreichend verschieden. Die Scheidung wird besonders nach Behand-

1) Am Gelenktheil des Unterkiefers von Menschen und Säugethieren ist die Anordnung eine ähnliche. Doch ist die Bedeutung der gefässhaltigen fasrigen Streifen, welche den aus dem Periost hervorgegangenen Knorpel durchsetzen, hier anfänglich eben wegen dieser Entwickelungsweise eine etwas andere.

2) *Meyer* und *Bruch* haben dieselbe auch hier bereits erwähnt.

lung mit Salzsäure sehr deutlich und fast noch auffälliger wirkt Schwefelsäure. Die Knorpelverkalkung ist nach Zusatz derselben noch sehr deutlich zu einer Zeit, wo die zwischenliegende ächte Knochensubstanz nur mehr eine undeutlich schleimige Masse bildet, die jedoch durch Zusatz von Jod noch längere Zeit als solche erkannt werden kann.

Die definitive Gestaltung des Knochens erfolgt nun, indem die Ablagerung der ächten Substanz nicht nur den in der Knorpelverkalkung ausgegrabenen Räumen folgt, sondern auch denen, welche durch Wiederauflösung der ersten Knochenbälkchen sich bilden, ein Process, der vielleicht nie ganz aufhört.

An den Knochenkernen der Epiphysen fehlt die Eigenthümlichkeit, dass die Markräume anfänglich langgestreckte und auch der Breite nach viele Höhlen einschliessende Balken von verkalktem Knorpel zwischen sich lassen; die gleich anfänglich mehr sinuösen Markräume, welche durch Knorpelkanäle schon früh mit denen des Mittelstücks in Communication stehen, zerstören den Knorpel rasch, während die Knochenmasse sich einschiebt, so dass der ganze Process hier auf einen kurzen Raum zusammengedrängt ist.

Was die Knorpelzellen und ihr Verhältniss zu den Knochenzellen betrifft, so ist leicht zu sehen, dass die ersteren in den Höhlen des verkalkten Knorpels noch weit rückwärts wohl erhalten sind; in der Regel ist eine in jeder Höhle, doch kommen auch zwei vor. Dass dieselben nicht alsbald nach Verkalkung der Grundsubstanz in strahlige Knochenzellen übergehen, ist bei der beträchtlichen Ausdehnung der Knorpelverkalkung offenbar. Es mögen die übrig bleibenden, nicht geöffneten Höhlen hie und da durch Verdickungsschichten kleiner und dabei auch wohl etwas uneben werden, aber damit sind die Zellen noch nicht ächte Knochenzellen geworden, abgesehen davon, dass dies nur einen äusserst kleinen Bruchtheil der ganzen Substanz ausmachen würde. Vielmehr lassen die Verhältnisse gerade bei den Vögeln eher die Deutung zu, dass die Zellen, aus denen, lediglich längs der Wände der Markräume, Knochenzellen werden, die Abkömmlinge der Knorpelzellen vor der Verkalkung, also des Knorpelmarks und nicht der Zellen aus den zuletzt eröffneten verkalkten Knorpelkapseln seien, da nicht nur in spätern Perioden die Markräume des Knochens hier deutlich zum Theil aus denen des Knorpels hervorgehen, sondern auch das erste Mark der Diaphyse aus dem nicht verkalkten Knorpel innerhalb des Knochenrohrs hervorgeht, welches vom Periost her entstanden ist.

An den Röhrenknochen der Frösche entsteht nach *Dugès*[1]) und *Bruch*[2]) zuerst eine knöcherne Scheide, innerhalb deren der Knorpel sich in gefässhaltiges Mark umbildet. So schwindet der grösste Theil des Knorpels ohne verkalkt gewesen zu sein und ohne dass im Innern

1) Recherches sur l'osteologie des Batraciens 1834. S. 114.
2) A. a. O. S. 117.

Digitized by Google

der Röhre ächte Knochensubstanz auftritt. Unterdessen hat sich, wie die genannten Autoren (S. 116 u. 118) angeben, der wuchernde Epiphysenknorpel über die knöcherne Scheide aussen so zurückgelegt, dass diese von ihm umgeben wird, wie eine Röhre, die man um den Stiel eines Pilzes unter dessen Hut schiebt. Während so das gefässhaltige Periost, neuen Knochen producirend, in den Knorpel hineinwächst, tritt in diesem Verkalkung auf, und zwar sowohl in dem von der Knochenröhre umschlossenen Theil als in dem eigentlichen Epiphysenknorpel sammt seiner Umstülpung. Die Kalkablagerung geschieht hier in kugelig-drusigen Formen, welche von Molekülen bis zu beträchtlicher Grösse wechseln, grossentheils isolirt auftreten, um später zu confluiren. Dadurch wird eine von der ächten Knochensubstanz sehr verschiedene, grosse Knorpelhöhlen einschliessende Masse gebildet, die *Bruch* sehr gut beschrieben hat. Es ist aber damit der Process nicht beendigt, sondern es kommt auch noch zu theilweisem Schwund dieser Knorpelverkalkung durch Bildung kleinerer Markräume von der grossen Markröhre aus und um diese her entsteht dann ächte Knochensubstanz mit allen ihren Charakteren. Diese Anlagerung erstreckt sich auch eine Strecke weit rückwärts in die grosse Markröhre, und ist dort durch stark verlängerte, spindelförmige, bisweilen zierlich sich kreuzende Knochenkörperchen ausgezeichnet. Wie die Sache nach völlig vollendetem Wachsthum bei ganz alten Fröschen sich ausnimmt, weiss ich nicht, da man über letzteres auch bei grossen Fröschen schwer ganz sicher sein kann. Auf jeden Fall ist hier nicht nur der Unterschied der Knorpelverkalkung und der ächten Knochensubstanz sehr markirt, sondern auch die Entstehung der letztern von den Markräumen her ganz analog dem Verhalten bei Säugethieren und Vögeln. Die Masse der persistirenden Knorpelverkalkung aber ist grösser als bei diesen.*

Die Röhrenknochen einer erwachsenen Salamandra maculata zeigten unter dem Gelenkknorpel die gewöhnliche Knorpelverkalkung mit einigen Reihen sehr grosser Höhlen, dann eine weite Markröhre mit Blutgefässen und Fettzellen, durchsetzt von sparsamen Bälkchen ächter Knochensubstanz, die sich an die äussere (periostale) Knochenröhre anschlossen, von der Knorpelverkalkung aber scharf getrennt waren. An der Innenfläche der Knochenröhre zeigten sich eine Strecke weit rückwärts einzelne Reste verkalkter Knorpelsubstanz, sowie einzelne durch Ausfüllung angefressener Kapseln entstandene Globuli ossei. Es geht daraus hervor, dass das Verhältniss analog dem beim Frosch ist, nur dass die pilzartige Wulstung des Epiphysenknorpels fehlt. An den grossen Knochenkörperchen sind nicht nur die darin enthaltenen Zellen sehr deutlich, sondern auch die Fortsätze, welche sie zu den ziemlich weiten Anfängen der Canaliculi abgeben.

In der Klasse der Fische kommen sehr verschiedene Formen von verkalkter Bindesubstanz vor. Es finden sich darunter einerseits Knorpelverkalkungen, andererseits steht häufig deutlich der Knochen zu dem Knorpel in keinem näheren Verhältniss oder bildet einfach einen Beleg

desselben. Doch lässt sich auch hier an zahlreichen Orten der Vorgang beobachten, dass an die Stelle eines schwindenden Knorpels sich ächter Knochen in einer Weise setzt, dass er auf den ersten Blick daraus hervorgegangen zu sein scheint. Man darf deswegen auch hier nicht zu rasch auf eigenthümliche Vorgänge schliessen. So hat *Leydig*[1]) nach seinen Beobachtungen an Polypterus bichir geglaubt, für diesen Fisch einen abweichenden Modus der Ossification statuiren zu müssen. Hier geht nach ihm aus dem hyalinen Knorpel am Schädel wie an den Extremitäten ein spongiöser Knochen dadurch hervor, dass die Kalksalze zuerst in Molekülen, dann in Schichten die Knorpelzellen imprägniren und ganze Gruppen zu maulbeerförmigen Kalkmassen umwandeln, welche sich nach dem Ausziehen der erdigen Substanzen als Hohlräume darstellen, die mit einander verschmolzen ein grosses Lückensystem erzeugen, zwischen dem sich nur dünne Netze des übriggebliebenen Knorpelgewebes hinziehen. Indem die Räume sich mit Mark füllen, ist unterdessen das Balkennetz ebenfalls ossificirt, womit die Umwandlung des Hyalinknorpels zum spongiösen Knochen geschlossen ist.

Prof. *Kölliker* hat mir von demselben Exemplar von Polypterus, welches er *Leydig* überlassen hatte, die eine noch übrige vordere Extremität und die Schwanzflosse gegeben und ich habe an den Skelettheilen derselben Folgendes gefunden:

1) Sämmtliche Knochenstücke besitzen eine periostale Rinde, welche sich auch eine Strecke weit über die knorpeligen Enden erstreckt.

2) Im Innern dieser Knochenröhre ist der Knorpel theilweise ohne vorherige Verkalkung in Auflösung begriffen, ähnlich wie beim Frosch. Die Knorpelzellen gehen dabei an manchen Stellen zusehends in Fettzellen über.

3) Die Verkalkung des Knorpels geht wenigstens in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle nicht von den Zellen, sondern von der Grundsubstanz aus, in ähnlicher Weise wie beim Frosch, nur dass hier keine so grossen Kugeln zu entstehen pflegen. Wenn auch Zellen allerdings in die Drusen eingeschlossen vorkommen, so folgen doch die Umrisse der grösseren zusammengesetzten Drusen keineswegs denen benachbarter Zellengruppen.

4) Nach Entfernung der Kalksalze durch Säuren bleiben hier an der Stelle der Drusen nirgends Lücken zurück, sondern eine Substanz, welche durch ihre Blässe von der umgebenden Knorpelsubstanz unterschieden ist[2]).

5) Endlich ist es sicherlich irrig, dass die zwischen den »Lücken« gelegenen Balken von Knorpelsubstanz unterdessen »ebenfalls« ossificirt

1) Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool. V. Bd. S. 51 u. 55. — Histologie S. 36.

2) Wenn an andern Stellen ein Einschmelzen der verkalkten Knorpelsubstanz in toto eintritt, so ist dies dem Verhalten bei andern Thieren völlig entsprechend. Ein Theil der Verkalkung persistirt jedoch wohl auch hier am Ende der Röhrenknochen.

sind, denn die ächte Knochensubstanz, welche im Innern der periostalen Röhre vorkommt, theils an diese angelagert, theils als Bälkchen zwischen dem Mark durchziehend, trägt die unverkennbaren Zeichen ihrer secundären Bildung. Sie erscheint an Stellen, wo der Process noch fortschreitet, als dünne Schicht in buchtig ausgegrabenen Höhlungen und ihre strahligen Körperchen, welche denen des periostalen Knochens gleich sind, stechen scharf gegen einzelne da und dort eingeschlossene Knorpelhöhlen ab.

Es scheint mir somit in allen wesentlichen Punkten eine Uebereinstimmung mit der intracartilaginösen Ossification bei andern Thieren vorhanden und kein Grund gegeben zu sein, einen abweichenden Ossificationstypus anzunehmen.

Was die von *Leydig* beschriebene merkwürdige Formation der Knochen bei Orthagoniscus betrifft, so lässt sich das Verhältniss des Knorpels zu den verkalkten Theilen vorläufig noch nicht übersehen, die letzteren scheinen aber auch von der Structur der »exquisiten Knochen« beträchtlich abzuweichen.

Ich will nun die mir bisher bekannt gewordenen Angaben früherer Schriftsteller aufführen, welche von der gewöhnlichen Ansicht über die Umwandlung des Knorpels in Knochen abweichend, einen grössern oder kleinern Theil der bisher von mir vorgetragenen Thatsachen erkannt hatten. Die Reihe derselben lässt sich sicherlich aus früherer und späterer Zeit noch vergrössern, wie es denn zu geschehen pflegt, dass, wenn man durch eigene Untersuchung zu einer Ueberzeugung gekommen ist, man nachträglich dieselbe, sofern man nämlich will, von Vielen bereits angedeutet oder ausgesprochen findet.

Schon *Nesbitt*[1]), dessen Angaben über Periostwachsthum der Knochen und Bildung von Knochen ohne Knorpel neuerdings wieder berühmt geworden sind, behauptet mit derselben Bestimmtheit die gänzliche Unabhängigkeit des Knochens vom Knorpel, und stützt sich dabei theils auf die leichte Ablöslichkeit der Knorpel von den wachsenden Knochen, theils darauf, dass man vernünftiger Weise nicht annehmen könne, dass die Natur gleichartige Substanzen in demselben Körper und zu derselben Zeit auf verschiedene Art hervorbringen sollte. Auch *E. H. Weber*[2]) ist geneigt nach *Howship* und *Béclard* anzunehmen, dass der Knorpel des Knochens ein anderer ist, als der ursprüngliche, wie er denn auch der blos häutigen Grundlage der platten Schädelknochen Erwähnung thut. Indessen sind von ihm ebenfalls keine mikroskopischen Angaben gemacht.

Nach *Fr. Arnold*[3]) lagert sich zwischen die faserig gewordene Knorpelsubstanz erdige Materie ab, dann erscheinen an den Wandungen der

1) Osteogenie übers. von *Greding* 1753. S. 14 u. 16.
2) Meckel's Archiv 1827. S. 235.
3) Anatomie des Menschen I. Bd. 1845. S. 241 u. 243.

durch Absorption von Masse entstandenen Lücken und Gänge concentrische ringförmige Schichten, welche durch allmäligen Zuwachs sich mehren. *Arnold* unterscheidet danach die primäre, durch Umwandlung der Grundmasse des Knorpels entstandene Knochensubstanz, und die secundäre, welche von den Gefässen in den Markkanälen, sowie von der Beinhaut aus neu gebildet wird. Die Knochenkörperchen hält *Arnold* nicht für umgewandelte Knorpelkörperchen, erklärt sie jedoch zugleich nur für Lücken in der Substanz, die mit erdiger Materie erfüllt seien. Auch nimmt derselbe (Bd. III. S. 1255) eine nachträgliche Bildung von Knochenkörperchen in der verkalkten Grundsubstanz des Knorpels an, welche dadurch zu ächter Knochensubstanz werde.

Sharpey[1]) hat bekanntlich nach dem Vorgang von *Nesbitt* die intramembranöse und intracartilaginöse Ossification unterschieden und seine Angaben über die erstere sind namentlich durch *Kölliker* zu allgemeiner Anerkennung gelangt[2]). In Bezug auf die letztere haben seine Ansichten weniger Beifall gefunden, obschon sie dies, wie ich glaube, ebenso sehr verdient hätten. Nach *Sharpey* öffnen sich die Höhlen des verkalkten Knorpels in einander, die Knorpelzellen verschwinden, und an die Wände der so entstandenen Markräume lagert sich die neue Knochenmasse ab, welche dieselben theilweise mit concentrischen Lamellen füllt. Diese Masse besteht aus einem Netzwerk von Fasern, und scheint in derselben Weise gebildet, wie bei der intramembranösen Ossification. In derselben erscheinen zuerst die Knochenkörperchen, während sie in dem primary granular bone (Knorpelverkalkung) fehlen. Die Knochenkörperchen sind blosse Lücken, obschon es nicht unwahrscheinlich ist, dass in deren Centralhöhle ursprünglich vielleicht eine Zelle oder ein Kern gelegen sein mag. *Sharpey* hat auch die Analogie erkannt, welche die Knorpelverkalkung unter den Gelenkknorpeln mit derjenigen hat, welche der erste Schritt zur gewöhnlichen Knochenbildung ist, und eine Abbildung (Fig. 46 B) gegeben, welche das Verhalten der jungen Knochensubstanz auf einem Querschnitt vollkommen deutlich zeigt.

Tomes[3]), dessen Untersuchungen jedoch nach den Citaten bei *Todd-Bowman* und *Sharpey* älter sind, als die Angaben der genannten Autoren, nahm an, dass an den Wänden der durch Verschmelzung der reihenförmig gestellten Knorpelzellen gebildeten primären Markräume eine Ablagerung von Knochenmasse geschehe, in welcher die Knochenzellen als

1) Quain's Anatomy 5. ed. 1846. S. CXLVII.

2) Abr. Watson, Edinb. Journal April 1845, Schmidt's Jahrb. Bd. 47, hatte allerdings bereits hervorgehoben, dass ein mikroskopisches Netzwerk, das allmälig das Gefüge des Knochens erhält, im Periost nach Ablösung desselben gebildet werde, sonst aber, nach dem citirten Referat zu urtheilen, die histologische Seite der Frage, namentlich die Unterscheidung jener Masse von Knorpel wenig berücksichtigt.

3) Cyclopaedia of anatomy and phys. 1847. Vol. III. Art. Osseous tissue.

kleine Räume frei bleiben. *Tomes* gab dabei Fig. 462 u. 463 eine unverkennbare Abbildung der Knochenauflagerung in den jüngsten Markräumen, nahm aber weiter an, dass der vollkommene Knochen dadurch entstehe, dass in der stehen gebliebenen Grundsubstanz Knochenzellen sich bilden und dass aus jedem von jenen röhrenförmigen Markräumen ein Haversisches System hervorgehe. Derselbe vertheidigte die Entstehung concentrischer Systeme durch innere Auflagerung auch neuerdings (Philos. Trans. 1853), obschon er die Umwandlung der Knorpelzellen in Knochenkörperchen im Sinne der deutschen Histologen hier acceptirte.

Hassall[1]) schloss sich in so fern an *Sharpey* an, als er die Knochensubstanz für eine neue Auflagerung in den Markräumen erklärt, obschon er *Sharpey* blos bei der »intramembranösen Verknöcherung« citirt. Dagegen spricht er sich dafür aus, dass die Knochenkörperchen aus granulirten Zellen in den Markräumen hervorgehen, welche nach der von *Schwann* angenommenen Weise strahlig werden. *Hassall* bildet übrigens demungeachtet Taf. XXXI Fig. 4 die erstentstandenen Knochenkörperchen deutlich in der Grundsubstanz des Knorpels liegend ab, gerade wie dies *Bidder* früher angegeben hatte, während von der ächten Auflagerung nichts zu erkennen ist. Taf. XXVIII Fig. 2 ist die Knorpelverkalkung zwischen der Rippe und ihrem Knorpel kenntlich abgebildet, aber auch hier sind Knochenkörperchen bis in die verkalkte Knorpelgrundsubstanz hinein gezeichnet, so dass es fast zweifelhaft wird, wie viel Werth man auf das im Text Angeführte legen soll.

Bruch[2]) endlich verdanken wir umfassendere Angaben über die vorliegenden Verhältnisse. Er verfolgte das Vorkommen des verkalkten Knorpels einerseits und des eigentlichen Knochengewebes andererseits an sehr vielen Stellen. Indem er die Gestaltung mancher Skelettheile bei Wirbelthieren aus verschiedenen Klassen und auf verschiedenen Entwickelungsstufen eingehend beschrieb, zum Theil an die früheren Angaben von *Dugès*, *J. Müller*, *Rathke* u. A. sich anschliessend, stellte er den Unterschied der »Primordialverknöcherung« und der »secundären Knochenbildung« als allgemein durchgreifend hin, und machte auf die manchfachen Folgerungen, welche sich für die vergleichende Anatomie und Morphologie ergeben, aufmerksam. Wenn die detaillirten Angaben *Bruch's* die verdiente Anerkennung so wenig fanden, wie die seiner Vorgänger, namentlich *Sharpey's*, und trotzdem die gewöhnliche Ansicht über die directe Umwandlung des Knorpels in Knochen herrschend blieb, so ist dies neben einigen andern Lücken der thatsächlichen Grundlage wohl vorzugsweise den folgenden Punkten zuzuschreiben, welche allerdings die Beweisfähigkeit seiner Darstellung wesentlich beeinträchtigen mussten. Einmal hatte sich *Bruch* nicht nur in Bezug auf die Uebereinstimmung

1) Mikroskopische Anatomie übers. von *Kohlschütter*. 1852. (Das Original 1846—9.)
2) Beiträge zur Entwickelungsgeschichte des Knochensystems. Denkschriften der Schweizer. naturf. Gesellschaft. 11. Bd.

Digitized by Google

der intracartilaginösen und intramembranösen Form der Knochenbildung an *Sharpey* angeschlossen, sondern auch in der geringen Bedeutung, welche er, trotz der neueren Untersuchungen *Virchow's*, den in den Knochenhöhlen befindlichen Zellen beimaass[1]). Ferner konnte *Kölliker* mit Recht entgegenhalten, dass die zweifellose Entwickelung von ächtem Knochengewebe mitten im Knorpel der Epiphysen und kurzen Knochen, für welche *Bruch* keine nähere Erklärung gegeben hatte, durchaus gegen die von ihm als allgemein gültig vertheidigte Theorie spreche. In der That konnte das Verhältniss der ächten Knochensubstanz zu dem Knorpel nicht als durchgreifend festgestellt angesehen werden, so lange die beiden erwähnten Punkte nicht befriedigender erledigt waren und nicht nachgewiesen war, dass eine Uebereinstimmung in der Entwickelung des ächten Knochengewebes an den verschiedenen Stellen, namentlich auch mit Rücksicht auf die darin enthaltenen sternförmigen Zellen existire.

Erstes Auftreten ächter Knochensubstanz im Innern von Knorpel; Epiphysen, kurze Knochen.

Nachdem ich an den vom Knorpel her wachsenden Knochen die beschriebenen Resultate erhalten, und mich besonders überzeugt hatte, dass die Entstehung der Knochenkörperchen hier ebenso durch Einschliessung sternförmig auswachsender Zellen in eine neugebildete Grundsubstanz geschieht, wie dies bereits von den periostalen Knochenschichten und den sog. secundären Schädelknochen fast allgemein angenommen war, so musste ich mich vor Allem zu der Untersuchung der ersten Knochenkerne in Epiphysen und kurzen Knochen wenden. Denn die Entstehung ächter Knochensubstanz mitten in diesen Knorpelmassen schien von vornherein viel grössere Schwierigkeiten darzubieten, sobald eine Metamorphose des verkalkenden Knorpels nicht angenommen werden sollte, als die Bildung der ächten Knochensubstanz an Röhrenknochen, wo das seit *Dugès* von vielen Thieren bekannte peripherische Auftreten derselben eher einen Ausweg vermuthen liess.

Es lag hier offenbar der entscheidende Punkt für die thatsächliche Begründung der Auffassung der Knochensubstanz gegenüber dem Knorpel, und waren meines Wissens keine genaueren Beobachtungen hierüber bekannt[2]).

1) *Bruch* spricht sich a. a. O. S. 56 dahin aus, dass insbesondere die Knorpelzellen nicht in der entferntesten genetischen Beziehung zu den sog. Knochenkörperchen stehen, während er an andern Stellen den Antheil von Zellen an der Bildung von Knochenkörperchen nicht völlig in Abrede stellt. S. auch *Virchow*, Archiv. f. path Anat. V. 446 und *Reichert*, Müll. Arch. 1853. Jahresbericht.

2) *Nesbitt* a. a. O. S. 13 gibt an, dass an den Epiphysen die »beinigen Theilchen« in den erweiterten Gefässen auftreten. Dabei ist aber natürlich von einer Unterscheidung des ächten Knochens von der Knorpelverkalkung keine Rede, und die

Digitized by Google

Ich habe nun gefunden, dass auch hier die ächte Knochensubstanz nicht durch eine Metamorphose des verkalkten Knorpels entsteht, sondern durch Verkalkung einer weichen, osteoiden Substanz. Die Bildung dieser Substanz wird von den sogenannten Knorpelkanälen vermittelt.

Meine Erfahrungen hierüber beziehen sich bis jetzt auf Menschen und Säugethiere. Ich habe das erste Auftreten ächter Knochensubstanz in der Mitte grösserer Knorpelmassen erstens in Fusswurzelknochen und zwar im Os cuboideum verfolgt, wo man kurze Zeit nach der Geburt einen kleinen Knochenkern findet. An einem angeblich 25 Tage alten, wahrscheinlich zu früh geborenen Zwillingskinde lag ein Knochenkern von nahezu 1 mm Grösse in den Knorpel eingesprengt, wiewohl nicht genau in dessen Mitte. Gegen diesen Kern zu nahmen die Knorpelzellen beträchtlich an Grösse zu und lagen in Gruppen, zwischen denen die Grundsubstanz zum Theil sehr breite Streifen bildete, während zwischen den Zellen derselben Gruppe nur schwache oder gar keine Zwischenwände zu bemerken waren. Die Verkalkung bildete zuerst ziemlich homogene Ringe um die Knorpelhöhlen, während der übrige Theil der Zwischensubstanz dunkelkörnig wurde, um nach und nach ebenfalls gleichmässiger zu werden. Dann schmolzen die Zwischenwände in grösserer oder geringerer Ausdehnung ein, so dass buchtige Räume entstanden, und nirgends war eine Spur der Entstehung von Knochenkörperchen aus den verkalkten Knorpelhöhlen zu sehen. Der Knorpel war nun von Kanälen durchzogen, welche Blutgefässe und blasses, zellig-streifiges Mark führten und sich auch in den Knochenkern verfolgen liessen. Dort communicirten die Kanäle mit den etwas grösseren Räumen, in welchen die Blutgefässe zum Theil stark gewunden eine beträchtliche Entwickelung erreichten, wobei sie dem in Auflösung begriffenen Knorpel dicht anlagen. Es erstreckten sich hier die buchtigen Räume auch zum Theil über die Verkalkung hinaus. Wo aber die Umgebung der in den Knochenkern eindringenden Gefässkanäle ebenfalls verkalkt war, entstanden aus den kleineren Knorpelhöhlen, welche längs der Kanäle zu liegen pflegen, Körper, welche den Knochenkörperchen an Grösse und linsenförmiger Gestalt bereits viel ähnlicher waren, als die grossen runden Höhlen der weiteren Umgebung. Endlich zeigten sich ächte, strahlige, wenn auch etwas unregelmässige Knochenkörperchen, durch Verkalkung der äussersten Schicht des in den Gefässkanälen enthaltenen weichen Knorpelmarks entstanden, und es konnte hier nach der Lage und Beschaffenheit derselben über ihren Ursprung kein Zweifel sein (s. Fig. 11). Es ist der Vorgang hier also so, dass zuerst eine Kanalbildung auftritt, wobei einestheils eine Umbildung des Knorpels in eine Masse geschieht, welche jungem Bindegewebe ähnlicher ist, anderntheils Blutgefässe vom Perichondrium her eindringen. Mit der

Beschreibung ist überhaupt, wenn man berücksichtigt, dass die Knorpelverkalkung allein anfänglich ohne Mikroskop bemerkbar ist, sehr zweifelhaft.

Verkalkung des Knorpels und der hinterher auftretenden Auflösung desselben vollendet sich die osteoide Umbildung eines Theils des Knorpelmarks und durch Verkalkung ist dann der ächte Knochen fertig. Der weitere Fortgang der Knochenbildung geschieht dann auf die früher bei den Röhrenknochen geschilderte Weise, wobei namentlich allmälig eine mehr exquisit gebaute Knochensubstanz an die Stelle der anfänglichen, weniger vollkommenen tritt. In den Epiphysen der Röhrenknochen ist der Vorgang derselbe und es erweisen sich somit hier die Knorpelkanäle im Gegensatz zu den von *Bidder* und *Meyer* geäusserten Ansichten als ein wesentliches Mittelglied der ächten Knochenbildung im Innern des Knorpels.

Ganz ähnliche Resultate gibt die Untersuchung der Ossificationspunkte im Steissbein von Kindern einige Zeit nach der Geburt oder im Kreuzbein vom Fötus aus der letzten Schwangerschaftshälfte. Man trifft hier häufig genug, wenn man die Wirbel in lauter dünne Querschnitte theilt, ganz kleine Knochenkerne, welche rings von Knorpel umgeben sind, obgleich sie auch hier nicht gerade in dessen Mitte liegen. Vor dem Auftreten dieser Knochenkerne wird die betreffende Stelle durchscheinender, was damit zusammenhängt, dass wie an dem Ossificationsrand der Röhrenknochen die zuvor kleinen Knorpelzellen und Höhlen beträchtlich grösser werden. Indem nun die Grundsubstanz verkalkt, entstehen grosse Kalkkapseln, die auch hier von den nachher auftretenden ächten Knochenkörperchen schon durch ihre Grösse aufs Bestimmteste sich unterscheiden. Die ächte Knochensubstanz aber erscheint auch hier an oder in den Knorpelkanälen. Solche Kanäle sind hier stets vor der Ossification zu finden und zwar dringen sie von der Peripherie, vom Perichondrium aus, gegen die Mitte des Knorpels, bisweilen mit fast radiärer Anordnung heran. In den von der Ossification entfernteren Wirbeln sind die Kanäle am sparsamsten und kürzesten, während sie um die Zeit der Ossification die Mitte der Wirbel in verschiedener Richtung durchziehen. In der um diese Zeit noch mehr oder weniger dem Knorpel ähnlichen Anlage der Intervertebralscheiben dagegen pflegen die Kanäle zu fehlen. Die Kanäle enthalten theils eine dem Knorpel ziemlich ähnliche und gegen diesen nicht scharf abgesetzte Zellenmasse mit mehr oder weniger streifiger Grundsubstanz, theils eine weichere markähnliche Zellenmasse mit mehr bindegewebiger Grundlage und frühzeitig Blutgefässe, welche zum Theil deutlich zusammengesetzte Wände haben, jedoch im Allgemeinen beträchtlich kleiner sind als die Kanäle.

Diese Kanäle sieht man nun constant auch in den kleinen Knochenkernchen resp. Knorpelverkalkungen und die Bildung der ersten ächten Knochensubstanz geht von ihnen aus. Indem dann die Knorpelverkalkung zerfällt und Markräume entstehen, schreitet die Knochenbildung gerade wie an den Röhrenknochen fort, hier nach allen Richtungen, bis das

Perichondrium erreicht ist, nachher ebenfalls nur gegen die beiden Endflächen, während am Mittelstück die Periostverdickung hinzukommt.

Von besonderem Interesse ist, dass auch hier, wie dies von *Rathke* als allgemeines Gesetz ausgesprochen wurde, der Knochenkern in der Umgebung der Chorda dorsalis oder ihrer Reste auftritt. Ich finde nämlich im Gegensatz zu der allgemeinen Angabe, wonach die Chorda beim Menschen sehr früh schwinde, dass constant noch nach der Geburt sich durch das Steissbein, soweit dasselbe noch nicht verknöchert ist, ein continuirlicher Streifen hindurchzieht, der zum Theil nur aus der Scheide der Chorda (Knorpel mit etwas eigenthümlicher Anordnung) besteht, zum Theil aber in einem deutlichen Lumen noch die Zellen der Chorda hinreichend kenntlich enthält. An diesen Chordastreifen nun treten die Knorpelkanäle dicht heran, und man sieht bisweilen einen derselben eine Strecke weit damit verschmolzen oder darin verlaufen. Derselbe Streifen geht aber auch stets durch den kleinen Knochenkern hindurch, an welchem ich eine paarige Anlage hier am Steissbein noch nicht gesehen habe.

Nachdem ich mich nun von der Anwesenheit der Gefässkanäle in den Knorpeln, in welchen nach der Geburt innere Knochenkerne auftreten, und von deren wichtiger Bedeutung überzeugt hatte, musste sich die Frage erheben, wie sich in dieser Beziehung die Knochenkerne verhalten, welche in früher Zeit des Embryolebens im Innern von Knorpel auftreten? Als Repräsentanten derselben können die Kerne in den Wirbelkörpern gelten. Es ist nicht schwer, sich zu überzeugen, dass in denselben ziemlich frühzeitig ächte Knochensubstanz erscheint, allerdings erst, nachdem die Knorpelverkalkung eine gewisse Ausdehnung erlangt hat, aber doch für die meisten Wirbel sicher, bevor die Verkalkung die Oberfläche des Knorpels oder das Perichondrium erreicht hat. In den Wirbelbogen dagegen stösst die Knorpelverkalkung sehr früh, vor der Entwickelung der ächten Knochensubstanz, an die innere, dem Wirbelkanal zugewendete Gränze des Knorpels an.

Was nun die Knorpelkanäle betrifft, so wurden zwar schon von *Howship* dergleichen in ziemlich frühen Perioden des Embryolebens, zur Zeit der Ossification der Phalangen und Mittelhandknochen, gefunden, aber über ihr Vorhandensein in den Wirbeln zur Zeit des Auftretens der ersten Knochenkerne war meines Wissens nichts bekannt. Manche Beobachter, z. B. *Bidder* a. a. O. S. 385, *Bischoff*[1]) leugnen dasselbe bestimmt, und *Kölliker*[2]) gibt dieselben erst vom 4—5 Monat an in den Epiphysenknorpeln als constant an, in den Wirbeln noch später. *Bruch* (a. a. O. S. 49) sagt zwar im Allgemeinen, dass er die Kanäle schon früh im wachsenden Knorpel fand, sah dieselben dann aber nie auf der Oberfläche münden und erst in spätern Monaten mit Gefässen versehen.

Ich habe mich nun bei Rindsembryonen von 2—3″ Länge überzeugt,

[1]) Entwickelungsgeschichte der Säugethiere und des Menschen S. 441.
[2]) Mikr. Anat. II. S. 357.

Digitized by Google

dass auch diese frühzeitig in den Wirbelkörpern auftretenden Knochenkerne keine Ausnahme machen, sondern in der That das Auftreten gefässhaltiger Knorpelkanäle auch hier der Bildung ächter Knochensubstanz vorhergeht.

Bei einem Embryo, dessen Humerus, Ulna, Radius schon deutliche Ossificationen besassen, während sie am Metacarpus eben auftraten, fanden sich in den Körpern sämmtlicher Brust- und Lendenwirbel Knochenkerne, welche die Chorda ringförmig umgaben, jedoch theilweise etwas quer biskuitförmig waren. Am Perichondrium war noch keine Ossification zu sehen. Die Knochenkerne bestanden jedoch an den genauer untersuchten Wirbeln lediglich aus exquisiter Knorpelverkalkung, deren einzelne Räume einen Durchmesser von 0,03—0,04 ^{mm} erreichten. An allen genauer untersuchten Brust- und Lendenwirbeln aber gingen bluthaltige Kanäle von dem Wirbelkanal aus zu der Verkalkung hin. In dem Fig. 12 abgebildeten 6. Brustwirbel z. B. lag jederseits ein mit Blutkörperchen gefülltes Gefäss von 0,012 ^{mm} in einem Kanal von 0,04 ^{mm}, dessen übriger Raum von einer weichen, blasse Zellen enthaltenden Masse ausgefüllt war. Bisweilen war in dem Kanal noch ein zweites Gefäss zu erkennen, die beiden Kanäle der rechten und linken Seite aber schienen noch nicht zu communiciren. Die Mündung der Kanäle an der Oberfläche war etwas trichterförmig erweitert und es setzte sich die mit länglichen Zellen versehene Uebergangsschicht zwischen Knorpel und Perichondrium längs des Kanals bis zu der verkalkten Stelle fort. Ganz ähnlich war das Verhalten der Gefässkanäle an den übrigen Wirbeln, namentlich den beiden letzten Lendenwirbeln.

Von den Kreuzwirbeln hatte nur der erste einen kleinen etwas zweilappigen Knochenkern, der jedoch fast ganz an der hinteren Seite der Chorda lag, und dort der hinteren Gränze des Knorpels ziemlich nahe kam, während die vordere Seite der Chorda noch frei blieb. Hier war nun von den Gefässkanälen nichts zu bemerken und da ich dieselben auch in den mit noch sehr kleinen Knochenkernen versehenen Wirbeln anderer Embryonen vermisste, so scheint die Entwickelung der Kanäle hier den Anfängen der Knorpelverkalkung erst zu folgen, wiewohl in sehr kurzer Frist. An einer Stelle jedoch habe ich bei zwei Embryonen dieser frühen Periode in ähnlicher Weise wie am Steissbein der Neugeborenen das umgekehrte Verhältniss gefunden, nämlich am Zahn des Epistropheus. In dem zuerst erwähnten Embryo besass der Epistropheus zwar eine ziemlich grosse Verkalkung jederseits in dem Bogen, aber keine im Körper. Am Anfang des ebenfalls kalklosen Zahnfortsatzes nun fand sich eine Anzahl von Kanälen im Knorpel, welche zum Theil deutlich Blutgefässe enthielten, hier aber nicht blos von der hinteren, sondern auch von der vorderen Fläche des Knorpels her eindrangen. Bei einem zweiten Embryo, dessen Epistropheus bereits eine Verkalkung im Körper, nicht aber im Zahnfortsatz besass, fanden sich ähnliche Knorpelkanäle,

Digitized by Google

doch schien hier jederseits nur ein Kanal da zu sein, der vom Wirbelkanal ausging. Ich will bei dieser Gelegenheit anführen, dass die Uebergangsstelle des Körpers zum Zahnfortsatz sich bei Embryonen der angegebenen Grösse ähnlich verhält wie eine Wirbelsynchondrose, indem die daselbst kleinen Knorpelzellen eine etwas ringförmige Anordnung haben und in derselben Richtung mehr oder weniger verlängert sind. In einem der erwähnten Embryonen war diese Modification des Knorpels zwischen Körper und Zahn des Epistropheus sogar mehr ausgeprägt, als zwischen dem Epistropheus und dem dritten Halswirbel. Es sprechen also auch die histologischen Verhältnisse für die Deutung des Zahnfortsatzes als eigener Wirbelkörper, durch den auch beim Menschen die Chorda deutlich hindurchgeht[1]).

Nachdem durch die vorstehenden Beobachtungen erwiesen ist, dass die Bildung bluthaltiger Kanäle der Entstehung der ächten Knochensubstanz in den ersten Anlagen der Wirbelkörper von Säugethieren vorhergeht, wird der analoge Vorgang für die später an andern nicht speciell untersuchten Stellen im Innern von Knorpel auftretende Knochensubstanz um so weniger zu beanstanden sein, und ich will nur noch erwähnen, dass man bei etwas älteren Rindsembryonen an den Schwanzwirbeln analoge Beobachtungen über das Verhältniss der ächten Knochensubstanz zu der Knorpelverkalkung machen kann. Indess erreicht die Verkalkung, je weiter sie gegen das Ende des Schwanzes vorrückt, um so eher die Oberfläche des Knorpels, und ich habe bei mehreren Embryonen von ½ bis 3 Fuss keinen Schwanzwirbel gefunden, wo die beginnende Verkalkung nicht bereits wenigstens auf einer Seite die Oberfläche des Knorpels berührt hätte. Damit aber treten rasch auch periostale Knochen-

1) Mit Bezug auf das Erscheinen der Knochenkerne will ich anführen, dass bei dem genauer durchsuchten Embryo sämmtliche wahre Wirbel bereits Kerne in den beiden Bögen hatten, mit Ausnahme des letzten Lendenwirbels. Dieser hatte nur auf einer Seite einen Kern, der kleiner war als der im Körper, verhielt sich also wie ein Kreuzwirbel, bei denen die Kerne in den Körpern früher zu erscheinen pflegen als die in den Bögen. Auch hier hatten die Körper der obern Kreuzwirbel bereits Knochenkerne (d. h. Knorpelverkalkungen), während diese in den Bögen noch fehlten. Ich kann übrigens die Angaben älterer Autoren, z. B. *Ruysch*, *Senff* (De incremento ossium. Diss. Halae 1801), dass manchfache Variationen in dem Auftreten der Knochenkerne vorkommen, mehrfach bestätigen. So war in dem Körper vom Epistropheus des mehrerwähnten Embryos noch keine Spur von Kalk zu sehen, während bei einem anderen, etwas kleineren, auch sonst in der Ossification etwas weniger vorgerückten Embryo der Körper des Epistropheus einen Kern von 0,3 besass, die nächstfolgenden Halswirbel aber erst ganz kleine Kerne zeigten. In diesen bildete die Verkalkung nur einige Bälkchen um die Chorda, welche noch gar keine Knorpelhöhlen ganz umschlossen und mit der Chorda nur 0,1 im Durchmesser hatten. Im 6. Halswirbel betrug der Durchmesser erst 0,2 $^{m/m}$. Ich kann daher die Angabe von *Bruch* (a. a. O. S. 148) bestätigen, dass hier beim Rinde wenigstens in vielen Fällen die Distinction eines doppelten Kerns auch in den ersten Anfängen nicht möglich ist.

Digitized by Google

bildungen ein, und es stellen sich die Wirbelkörper in Rücksicht der Ossification näher zu den Skeletstücken, an denen die ächte Knochensubstanz als peripherische Auflagerung in Röhrenform auftritt, wobei einigermaassen der geringere Dickendurchmesser des Knorpels von Belang sein mag. Bei den niederen Wirbelthieren gehören, wie besonders aus den Untersuchungen von *Rathke* hervorgeht, die Wirbel in dieser Beziehung überhaupt mehr und mehr in jene Gruppe von Knochen. Auch bei Säugethieren wachsen die Wirbelkörper, sobald sie eine gewisse Grösse erreicht haben, durchaus nach Art der Röhrenknochen. Das Verhalten der letzten einen Ossificationskern enthaltenden Schwanzwirbel war indessen etwas verschieden bei jüngeren und älteren Rindsembryonen. Bei einem Embryo von ½ Fuss zeigten die letzten ossificirenden Wirbel im Innern eine sehr schöne Knorpelverkalkung, deren Höhlen in der Regel ganze Gruppen von Zellen umfassten und 0,02—0,04 ^{mm} (in andern Fällen bis 0,06) maassen, während der Durchmesser der Zwischenwände meist gegen 0,01 ^{mm} betrug. Im Umfang trat dann eine vom Perichondrium ausgehende Knochenschale auf, deren zackige Körperchen nur 0,006—0,012 ^{mm} maassen. Bei einem Fötus von 2½ Fuss dagegen bestand der letzte im Schwanz vorfindige Kern, der die Oberfläche des Knorpels erst an einer Stelle erreichte, bereits zum grössten Theil aus ächter Knochensubstanz mit Markräumen. Diese poröse Knochensubstanz reichte bis zur Oberfläche, so dass diese wie zerfressen aussah. Im nächst oberen Wirbel ging der Knochenkern bereits durch die ganze Dicke hindurch und enthielt viel Blut im Innern des grossen, centralen Markraums, der von einer mehrfach durchbrochenen Röhre umfasst wurde. Durch die Oeffnungen in der letzten stand das Mark mit dem Periost in Verbindung. Der nächst untere, nicht ossificirte Wirbel enthielt in einem andern Fötus desselben Alters an der Stelle der Wirbeloberfläche, wohin der Knochenkern zu liegen kommen musste, eine Anordnung der Knorpelzellen, welche durchaus an die ersten Stadien der Knorpelkanäle in älteren Embryonen erinnerte, welche *Virchow* bezeichnend Perichondriumzapfen genannt hat, und ich vermuthe, dass damit die rasche Ausbildung der ächten Knochensubstanz in diesen Wirbeln zusammenhängt. Die letzten Schwanzwirbel solcher Embryonen von 1 Fuss Länge und darüber sind übrigens stets noch in einem sehr wenig entwickelten Zustand, so dass man kaum erkennen kann, in wie viele Wirbel der Strang sich noch abschnüren soll, und das Gewebe desselben besteht noch aus kleinen Zellen mit so wenig und so weicher Zwischensubstanz, dass es noch kaum als Knorpel charakterisirt ist. Gegen die Umgebung gränzt sich das Gewebe dadurch ab, dass die äussersten Zellen weiterhin immer mehr eine longitudinale Stellung erhalten [1]).

1) Nachträglich sei erwähnt, dass ich auch bei kleinen menschlichen Embryonen mich davon überzeugt habe, dass die Bildung ächter Knochensubstanz im Innern der Wirbelkörper von zahlreichen Knorpelkanälen ausgeht.

Digitized by Google

Erstes Auftreten ächter Knochensubstanz an Röhrenknochen.

Es ist noch das erste Auftreten der ächten Knochensubstanz an den Röhrenknochen zur Sprache zu bringen, welche nächst den unabhängig von Knorpel entstehenden sogenannten secundären oder Deckknochen die frühesten Ossificationskerne zeigen.

Die Schwierigkeiten sind hier dadurch viel geringer, dass die ächte Knochensubstanz, wie es scheint allgemein, zuerst als peripherischer Beleg des Knorpels auftritt, in derselben Weise, wie später bekanntermaassen das Dickenwachsthum vom Periost her geschieht.

Gegen die Zeit des Auftretens der Knochenkerne in den Mittelstücken der Röhrenknochen erleidet der Knorpel ähnliche Veränderungen, wie sonst vor der Verkalkung. Von den Enden des Knorpels anfangend trifft man zuerst eine kleinzellige, noch etwas weichere Substanz, dann wachsen die Zellen, indem die Grundsubstanz etwas zunimmt und fester wird, quer gegen die Axe des Gliedes aus, so dass sie meist die Form einer Linse haben, deren Flächen den Enden des Knorpels zugewendet sind; endlich gegen die Mitte der künftigen Röhre werden die Zellen in allen Richtungen grösser, rundlichen Blasen ähnlich. Hier tritt dann die Kalkablagerung auf und es entsteht das grosszellige Kalknetz, wie es fast überall als Vorläufer der eigentlichen Ossification gesehen wird. Auch hier ist häufig eine Gruppe von Zellen in eine einzige grössere Höhle eingeschlossen. Diese Verkalkung schreitet dann gegen die Enden des Knorpels fort, wobei die Vergrösserung der Zellen vor ihr her läuft. Die verkalkte Knorpelmasse zerfällt nachher, wobei ihr Raum von Knochenmark eingenommen wird, und nachdem Gefässe in das Innere gedrungen sind[1]), bildet sich von den Markräumen aus ächte Knochensubstanz, wie es früher beschrieben wurde. Dies geschieht jedoch hier, wie es scheint, stets erst, nachdem eine deutliche Knochenbildung an der Oberfläche des Knorpels zu Stande gekommen war.

Die Knorpeloberfläche ist zunächst dadurch ausgezeichnet, dass an ihr die Zellen platt und longitudinal verlängert sind, wodurch sie im Profil spindelförmig erscheinen, während sie sich von der Fläche mehr oder weniger linsenförmig zeigen. Diese peripherische Schicht nimmt von den Apophysen her an Ausbildung zu, und erreicht zuweilen (am Oberschenkel vom Rind) eine solche Dicke, dass man im Profil 4—5 der schmalen Zellen hinter einander stehen sieht. Diese Zellen bilden hier wie anderwärts (z. B. an den Rippenknorpeln) den Uebergang zu dem umgebenden Gewebe, das man, wenn man will, als Perichondrium, wohl besser als Anlage der Knochenröhre und ihres Periostes deuten kann, doch sind dieselben noch mehr zum Knorpel zu rechnen, indem nicht nur

1) Vor dem Auftreten der Knorpelverkalkung und der peripherischen Knochenrinde habe ich in den Extremitäten nirgends Knorpelkanäle gesehen.

Digitized by Google

allmälige Uebergänge zu den Zellen im Innern des Knorpels vorkommen, sondern auch die opalisirende Grundsubstanz dieselbe ist, und die Knochenrinde an der äussern Seite derselben entsteht. An der äussern Seite dieser longitudinalen Zellen liegt vor dem Auftreten der Ossification eine weiche Zellenmasse, welche weiterhin in mehr oder weniger deutliches embryonales Bindegewebe übergeht, von dem Knorpel indess auch nicht durch eine lineare Gränze absolut geschieden werden kann, wie dies *Reichert* bereits bemerkt hat (Müller's Archiv 1848. S. 501).

Die Bildung der ächten Knochensubstanz geht nun von dieser Gränze aus. Es wird dabei entweder sofort Kalk abgelagert, so dass die Substanz sogleich dunkler erscheint, wie dies namentlich beim Rind der Fall ist, wo die Kalkablagerung auch hier zuerst nicht homogen, sondern ungleichmässig geschieht, also ein körniges Ansehen entsteht. Oder es bildet sich zuerst eine sklerotische, osteoide, wenig kalkhaltige Schicht, wie sie besonders von *Virchow* beim Periostwachsthum der Knochen genau beschrieben worden ist, und diese verkalkt erst im nächsten Zeitmoment vollständiger. Die ziemlich homogene[1]) Grundsubstanz ist anfänglich so dünn, dass von einem Eingeschlossensein von Zellen kaum die Rede sein kann, sobald sie aber etwas an Mächtigkeit zugenommen hat, sieht man Höhlungen, welche anfänglich blos von einer Seite durch die sklerotische Substanz geschlossen sind, nach und nach aber ganz umwachsen werden, wie dies *Virchow* a. a. O. von den späteren Stadien der Auflagerung angegeben hat. Genauere Untersuchung lässt auch die darin enthaltenen Zellen sehr häufig deutlich erkennen. Die ersten Höhlen und Zellen nun sind ächten Knochenkörperchen noch ziemlich unähnlich, meist grösser, linsenförmig platt, ohne exquisite Strahlen. Alsbald aber treten die Charaktere der ächten Knochenkörperchen an den nächsteingeschlossenen Zellen unzweifelhaft auf, und zwar ist die osteoide Beschaffenheit bisweilen schon vor der Verkalkung der ersten Anlagen deutlich genug. Die erste dünne Knochenlamelle ist wie eine Membran über eine grössere Fläche, wenn auch nicht ganz gleichmässig ausgebreitet, und bildet so eine Scheide um den Knorpel. Die weitere Verdickung erfolgt dann, wie später, in Form von unregelmässigen Leistchen und Vorsprüngen, zwischen denen Vertiefungen liegen, die, später umwachsen, zu Kanälen für die Gefässe werden. Diese Gefässkanäle werden von Haversischen Systemen theilweise ausgefüllt, die freilich an dieser ersten Knochenröhre den Umfang wie später nicht erreichen, vielmehr anfänglich meist sehr rudimentär sind. Diese Formation gibt sich sowohl auf Flächen- wie auf Profilansichten zu erkennen. Die letzten können longitudinal theils am Rand des ganzen Knöchelchens, theils an Schnitten gewonnen werden. Besonders instructiv aber ist es, den ganzen Knorpel mit der ossificirenden Stelle in lauter successive Querscheiben zu theilen, wodurch man

1) Bisweilen wird die Grundsubstanz schon sehr früh streifig oder grob reticulirt zwischen den Zellen getroffen.

eine Uebersicht aller Stadien erhält, und sich namentlich überzeugt, dass das rasche Dickenwachsthum der Knochenröhre ausschliesslich an ihrer äussern Seite erfolgt, so lange nicht im Innern der knöchernen Röhre eine Bildung von Markräumen mit Blutgefässen erfolgt ist. An dem Oberschenkel eines 3zölligen Rindsfötus zeigten Querschnitte bereits 2 bis 3 Reihen von Gefässkanälen in der knöchernen Röhre, während im Innern noch lediglich die Knorpelverkalkung bestand.

Fragt man nun, ob die Knorpelverkalkung im Innern oder die Bildung der peripherischen Röhren aus ächter Knochensubstanz früher geschieht, so scheinen auch bei Menschen und Säugethieren Verschiedenheiten in dieser Beziehung obzuwalten, was von den niederen Wirbelthieren sicher ist. Im Allgemeinen herrscht wohl auch für jene die Vorstellung, dass die sogenannten Knochenkerne zuerst im Innern der Extremitätenknorpel auftreten, und *Bruch* (S. 105 u. 111) gibt ebenfalls an, dass bei den Säugethieren »die Auflagerung nur an den bereits verknöcherten Stellen auftritt« und hält deshalb die Knochen derselben für wenig geeignet zur Beobachtung der ersten Anlagen des secundären Skelets. *Reichert* (a. a. O.) dagegen sah bei Menschen und Säugethieren die Rindenschicht an den Extremitätenknorpeln zuerst ossificirt und die centrale Masse erst später und unabhängig von der Rindenschicht. Ich habe bei zwei Rindsembryonen von circa 2 Zoll Länge in gleicher Weise das Vorhergehen der peripherischen ächten Verknöcherung beobachtet [1]). Die erste Spur derselben zeigte sich bei Betrachtung des ganzen Knorpelstückchens als ein feiner aber dunkler (bei auffallendem Lichte weisser) Strich an der Gränze des Knorpels, anfänglich auf einer Seite, dann auf beiden Seiten, womit denn auch an der Fläche die dunkle Lamelle sichtbar zu werden begann. Dabei fehlte zuerst jede Verkalkung des eigentlichen Knorpels, die aber alsbald hinterher eintrat. Auch das weitere Vorrücken der Ossification geschah an etwas grösseren, frischen Embryonen so, dass die peripherische Knochenschicht wenigstens ebenso weit vorgerückt war, als die Knorpelverkalkung, in der Regel aber weiter. Dabei ging die Verkalkung des Knorpels zuerst nahe an der Oberfläche vor sich, so dass die der Apophyse zugewendete Fläche der Knorpelverkalkung concav war, und auf Querschnitten dieser kleinen Röhrenknochen innen noch unverkalkter Knorpel lag, dann ein Ring verkalkter Knorpelsubstanz folgte, endlich ein Ring ächter Knochensubstanz, mehr oder weniger ausgebildet. Der Oberschenkel eines frischen 3zölligen Rinds-

1) Um die ersten Spuren verkalkter Substanz aufzusuchen, bedient man sich bei etwas dickeren Präparaten passend verdünnter Alkalien oder des Glycerins, wodurch die Weichtheile durchscheinend werden. — Ich glaube erwähnen zu müssen, dass bei obigen Untersuchungen einige Embryonen benutzt wurden, welche schon in Weingeist gelegen waren, und dass hiedurch möglichenfalls ein modificirender Einfluss auf das Verhalten der Knorpelverkalkung ausgeübt worden sein könnte, indem geringe Anfänge derselben aufgelöst worden wären, doch ist dies kaum in einiger Ausdehnung anzunehmen.

fötus zeigte bereits Anfänge von Haversischen Kanälchen in der knöchernen Rinde, an Stellen wo die Verkalkung das Centrum des Knorpels noch nicht erreicht hatte [1]. An einem 1 Zoll langen frischen menschlichen Fötus dagegen konnte ich mich durch die Gefälligkeit von Prof. *Kölliker* überzeugen, dass in Femur und Tibia die Verkalkung im Innern des Knorpels begann und dort Höhlen von 0,012—0,02^{mm} einschloss, während die Zellen der Apophysen nur 0,005—6^{mm} maassen. Diese Kalkkerne erreichten die Oberfläche des Knorpels noch nicht und es war überhaupt noch keine peripherische verkalkte Schicht da, nur am Femur war ein Anfang von sklerosirender Substanz an der Gränze des Knorpels zu erkennen, jedoch noch ohne Kalk.

Fernere Beobachtungen müssen nachweisen, ob es vielleicht specifische Verschiedenheiten in dem Verhalten bei Menschen und Säugethieren gibt, auf welche sich die widersprechenden Angaben von *Bruch* und *Reichert* reduciren lassen, welche dem Angeführten zufolge vermuthlich beide auf richtigen Beobachtungen fussen, denen jedoch nach beiden Seiten eine allgemeinere Geltung zugeschrieben wurde als ihnen zukommt.

Es kommt indess auf diese Chronologie in dem Auftreten der Knorpelverkalkung und der peripherischen Knochenrinde hier wenig an; die Hauptsache ist, dass letztere nicht aus dem eigentlichen Knorpel hervorgeht.

Ich muss in dieser Beziehung besonders hervorheben, dass man nicht mit *Reichert* (a. a. O. S. 501) die centrale und die in der Rindenschicht auftretende Ossification einander gleichsetzen darf, als Dinge, die sich nachher zu einem gleichmässigen Ganzen vereinigen können. Die Verschiedenheit ist eine viel tiefer gehende, indem die verkalkte Knorpelmasse, sei der Ausgangspunkt central oder peripherisch, nie Knochen wird, sondern erst wieder zerfällt, um mit dem Auftreten gefässhaltiger Markräume der Bildung von Knochensubstanz im Innern Raum zu geben. Die peripherische Knochenrinde dagegen wächst direct durch Apposition von aussen her, von dem weichen, zelligen Lager aus, das sich an ihrer Oberfläche befindet. Diese Masse erreicht bisweilen eine beträchtliche Dicke, was das rasche Dickenwachsthum der Knochenröhre erklären hilft. Eine sehr gute Anschauung darüber, dass die Knorpelverkalkung und die peripherisch gebildete Knochenröhre zwei wesentlich verschiedene Dinge sind, obschon ihre Grundlagen ohne scharfe Gränzen in einander übergingen, gaben Querschnitte durch den Oberschenkel des erwähnten 3zölligen Rindsfötus. Es war hier die mit longitudinal gestellten Zellen versehene Rindenschicht des Knorpels stark entwickelt und obschon hier die

1) Wenn *Bruch* (S. 69) angibt, dass der Achsentheil des Verknöcherungsrandes längere Zeit voraus bleibt und daher eine convexe Kegelfläche bildet, so ist dies für den a. a. O. abgebildeten Wirbelkörper richtig und mag vielleicht auch bei ächten Röhrenknochen vorkommen, aber allgemein ist jenes Verhalten bei den Röhrenknochen von Säugethierembryonen nicht.

Knorpelverkalkung bei ihrer Ausdehnung gegen die Apophysen nicht central, sondern peripherisch auftrat, so blieb doch jene Rindenschicht lange als ein unverkalkter Streifen übrig, der die Knorpelverkalkung im Innern von der knöchernen Röhre aussen schied [1]) (s. Fig. 14).

Die Rippen verhalten sich fast völlig wie Röhrenknochen in Hinsicht der Verknöcherung. *Reichert* und *Bruch* geben für dieselben übereinstimmend an, dass die peripherische Verknöcherung der Bildung der »Knochenkerne« im Innern nachfolge, während andere Autoren (z. B. *Arnold* a. a. O. III. 1261) zuerst eine peripherische Kruste auftreten lassen. Ich kann wenigstens so viel angeben, dass eine sklerosirende osteoide Lage an der Aussenseite der auch hier mit longitudinalen Zellen versehenen Rindenschicht des Knorpels vor der Verkalkung des letztern auftritt und dass beim Fortrücken der Ossification die peripherische Knochenschicht mindestens nicht hinter der Knorpelverkalkung zurückbleibt, sowie dass die letztere auch bei menschlichen Embryonen, wie bei den Röhrenknochen des Rinds mit concavem Rande fortrückend getroffen wird. Jedenfalls ist darüber kein Zweifel, dass auch hier die ächte Knochensubstanz als röhrenförmige Rinde auftritt, während der Knorpel im Innern verkalkt und schwindet, wie auch *Bruch* bereits angegeben hat. Die erste ächte Knochenschicht tritt auch hier an der äusseren Seite der longitudinalen Knorpelzellen auf und wächst rasch von den umgebenden weichen Zellen aus, an denen ich eine strahlige Form bereits vor der Sklerosirung und Verkalkung der Zwischensubstanz zu erkennen glaubte. Sehr gute Ansichten über diese Verhältnisse erhält man durch successive Querschnitte der Rippen von menschlichen Embryonen aus dem 3. Monate, wovon Fig. 7. 8. 9. 10. vier Schnitte abgebildet sind, zwischen denen je eine Anzahl anderer gelegen waren. Zuerst (Fig. 7) ist der ganze Knorpel kleinzellig, mit wenig Grundsubstanz, am Rande in ein weicheres, mit etwas verlängerten Zellen versehenes Gewebe übergehend. Sodann wachsen die Knorpelhöhlen beträchtlich an, so dass sie 0,02—0,06^{mm} messen, während die peripherischen Zellen sich longitudinal ausdehnen, aber platt bleiben. An der äussern Gränze dieser Rindenschicht entsteht dann die sklerosirende und alsbald verkalkende Lage, welche die Anlage der Knochenrinde bildet, während der innen anstossende Knorpel verkalkt. Fig. 8 zeigt einen Schnitt in dieser Gegend, der ein bischen schief ausgefallen ist, so dass die verkalkte Partie des Knorpels nur auf einer Seite getroffen ist. Weiterhin, Fig. 9, verkalkt der Knorpel durch seine ganze Dicke, wobei in den sehr grossen Höhlen in der Regel Gruppen von

1) Die von *Reichert* angezogene Knochenrinde an den Knorpeln der Plagiostomen ist etwas Anderes, indem hier in der That ein Theil des Knorpels selbst verkalkt ist. Der Entdecker dieser Rinde hat dieselbe wohl mit Vorbedacht als »kalkhaltigen Knorpel« bezeichnet und die Bemerkung *Leydig's* (Rochen und Haie S. 7), »dass dieser Ausdruck nur synonym sein kann mit Knochen,« enthält keineswegs eine Verbesserung.

Zellen liegen, und aussenher wird die Knochenrinde mit den zackigen Körperchen deutlich. Unebenheiten des oberen und unteren Randes zeigen die ersten leistenartigen Vorsprünge an, zwischen denen die Vertiefungen zu Gefässkanälen werden. Fig. 10 endlich zeigt die Knochenröhre an dem oberen und unteren Ende zu breiten, mit zahlreichen Haversischen Kanälen versehenen Anhängen verdickt, wodurch die Rippe ihre flache Gestalt erhält. Im Innern ist die Knorpelverkalkung zum grössten Theil zerstört und ihr Platz von Mark eingenommen. Hier ist kein Zweifel möglich, dass die ganze Knochenmasse der äusseren Auflagerung gehört und aus der Knorpelverkalkung im Inneren kein Knochen wird. An etwas älteren Rippen geht nun einestheils die Auflagerung vom Periost her fort, wobei auch an den flachen Seiten Haversische Kanäle sich bilden, andererseits entwickelt sich in der Markhöhle, in welche Blutgefässe getreten sind, nun auch ächte Knochensubstanz, von der Knorpelverkalkung wohl unterschieden. Dieses Auftreten von Knochensubstanz im Innern der Röhren war bisher meines Wissens ebensowenig näher erklärt, als bei den Kernen im Innern der Knorpelmassen. Es reducirt sich aber wesentlich auf denselben Vorgang, nur dass hier bereits eine knöcherne Hülle vorher existirt, die dort fehlt. Diese Knochenscheide wird dabei an manchen Stellen durchbrochen und es entsteht so eine Art von schwammiger Substanz, eine Configuration, wie sie *Bruch* von 8zölligen Rindsfötus beschrieben hat, wo die Ossification der Rippen schon so weit vorgeschritten ist, dass man kaum mehr an den Enden derselben die ursprüngliche Bildungsweise studiren kann, denn sobald Gefässe in das Innere der ursprünglichen Röhre eingedrungen sind, schreitet die ächte Ossification auch bei den Rippen nicht nur aussen, sondern auch im Innern fort, gerade wie dies früher von wachsenden Röhrenknochen beschrieben wurde. Auch die weitere Umgestaltung des Knochens durch innere Resorption und Wiederanlagerung ist wesentlich dieselbe wie dort.

Bei den anderen Wirbelthierklassen erfolgt die erste Bildung der Röhrenknochen im Hauptsächlichen nach denselben Principien, wie bei Säugethieren. Von den Fröschen hatte *Dugès* (a. a. O. 114) zuerst angegeben, dass eine dünne Knochenkruste um die Knorpel der Extremitäten auftrete, von der er zweifelhaft liess, ob sie durch Verknöcherung des Periostes oder der oberflächlichen Lage des Knorpels selbst entstanden sei. *Rathke* wies hierauf nach, wie bei Schildkröten [1]) im Innern der Knochenröhre der Knorpel des Mittelstücks schwindet, d. h. zu Mark wird, ohne verkalkt gewesen zu sein, während gegen die Apophysen hin der Knorpel im Innern der Röhre ebenfalls zu Knochensubstanz wird, und gab an, dass die Röhrenknochen bei anderen Amphibien und bei den Vögeln sich in derselben Weise entwickeln, welchen Angaben sich auch *Reichert* anschloss. Diese Thatsachen hat *Bruch* nach eigenen Unter-

1) Schildkröten S. 136.

Digitized by Google

suchungen bereits richtig dahin gedeutet, dass die peripherische Röhre Auflagerung von ächter Knochensubstanz sei, zu der dann eine Verkalkung des Apophysenknorpels hinzutrete. Ich habe oben schon bemerkt, dass auch beim Frosch zuletzt eine Bildung ächter Knochensubstanz im Innern der Röhre, von den in den verkalkten Knorpel eingegrabenen Markräumen her, nicht fehlt, wenn sie auch nur aus wenigen Blättchen und Bälkchen besteht, sowie dass bei den Vögeln dieser Process, an vielen Knochen wenigstens, z. B. den hinteren Extremitäten, eine grössere Ausdehnung erlangt, indem ein grösserer Theil des Knorpels, nachdem er zuvor verkalkt war, in Markräume umgewandelt wird, von denen aus ächte Knochensubstanz gebildet wird.

Ueber das feinere histologische Verhalten der ersten Spuren von peripherischer Knochensubstanz hat *Bruch* (S. 111 ff.) Beobachtungen an Röhrenknochen von Hühnchen mitgetheilt, deren Deutung im Einzelnen ich nicht ganz beitreten kann.

Nach *Bruch* sind die Diaphysen der Knorpel unmittelbar vor der Ossification von einer glashellen Scheide umgeben, welche die Stelle des Perichondrium vertritt[1]). An der Oberfläche dieser structurlosen Scheide tritt nun eine weitmaschige Ablagerung einer knorpelähnlich spiegelnden Substanz auf, welche, indem sie allmälig massenhafter und dichter wird, sich gegen die Apophysen ausbreitet. Ich habe Hühnchen untersucht, deren grössere Röhrenknochen schon deutliche Knochensubstanz an der Oberfläche besassen, während die kleineren erst Andeutungen der von *Bruch* erwähnten glashellen Scheide an dem Mittelstück besassen. Hiernach glaube ich diese Scheide selbst als den Anfang der Knochenbildung betrachten zu müssen. Es entsteht hier wie bei den Säugethieren an der Oberfläche des Knorpels zuerst eine ganz dünne sklerosirende Schicht, welche hier nur noch homogener und über grössere Flächen ausgedehnt ist, als dort, weshalb sie sich leichter verfolgen und getrennt darstellen lässt. Diese dünne Schicht enthält anfänglich keinen oder wenig Kalk, so dass sie sich in Falten legen lässt, die allerdings denen structurloser Membranen sehr ähnlich sind. Weiterhin aber nimmt die Membran, indem sie dicker wird, Kalk auf und wird dann spröde, so dass sie durch Druck Risse bekommt und bricht. Es mag diese Substanz vielleicht allerdings einige Analogie mit den Glashäuten haben, in so fern als sie eine homogene, ziemlich resistente Grundsubstanz ist, bei deren Bildung ohne Zweifel die benachbarten Zellen betheiligt sind, allein sie findet sich in ähnlicher Weise, wenn auch nicht ganz so homogen, an Stellen, wo sie keine Scheide um einen Knorpel bildet, z. B. in den ersten Anlagen des Sklerotikalknochens, und die Substanz der auf die Scheide nachher aufgelagerten Knochenbälkchen ist, ehe sie stärker verkalkt ist, wesentlich

1) *Gerlach* (Gewebelehre 2. Aufl. S. 150) ist ebenfalls geneigt, ein structurloses Häutchen, das er an der Oberfläche der Knorpel fand, als primitives Perichondrium aufzufassen, das später zum Periost werden dürfte.

Digitized by Google

dieselbe. Man kann auch die membranöse Scheide leicht, wie *Bruch* angegeben hat, vom Knorpel ablösen, nicht aber von den aufgelagerten knöchernen Bälkchen, die eben nur partiell stärkere Verdickungen sind. Was die Knochenkörperchen betrifft, so sind in der ersten dünnen membranösen Schicht allerdings keine enthalten, sobald aber ihre Dicke etwas anwächst, ehe noch einzelne Bälkchen vorspringen, treten Höhlungen auf, welche anfänglich auf einer, dann auf beiden Seiten von der sklerosirenden Substanz eingeschlossen sind. Die ersten derartigen Höhlungen sind den länglich-linsenförmigen Zellen des anstossenden Knorpels noch ähnlich. Denn auch hier liegt unter der Scheide die im Profil longitudinal geordnet erscheinende Rindenschicht des Knorpels. An diesen ersten Höhlungen, welche bald vereinzelt, bald dichter gedrängt auftreten und meist etwas grösser sind als die Centralhöhlen der späteren Knochenkörperchen, sind Ausläufer wenigstens nicht deutlich wahrzunehmen, während die darin enthaltenen Zellen nicht selten, namentlich mit Essigsäure zu erkennen sind. Alsbald aber werden die weiter nach aussen liegenden Höhlungen der folgenden Schichten zackig und überhaupt ächten Knochenkörperchen durchaus ähnlich, namentlich wo durch stärkere Verdickung einzelne Bälkchen vortreten. Die Verkalkung tritt aber auch in dem membranösen, nur mit unvollkommenen Knochenkörperchen versehenen Theil der Scheide auf[1]). Ich stimme somit dem Ausspruche *Bruchs*, »dass die Ablagerung sich von den periostalen Schichten des wachsenden Säugethierknochens nur dadurch unterscheidet, dass sie nicht von einem Periost oder Perichondrium, oder, wenn man jene structurlose Scheide dafür gelten lassen will, nicht auf die innere, sondern auf die äussere Seite desselben abgesetzt wird,« so weit bei, dass ich die balkigen Verdickungen an beiden Stellen für vollkommen analog, jedoch an beiden Stellen nicht für die erste Anlage der Knochen halte wie *Bruch*, sondern diese in der schon früher aufgetretenen membranösen, nur hie und da vielleicht schon mit einer Lücke als Anlage einer Markraumbildung versehenen Lamelle finde, die jedoch, was den feinsten Bau anlangt, auch in verkalktem Zustande nicht ganz dem ächten Knochengewebe gleicht, sondern gewissermaassen den Uebergang zu diesem bildet. Was das Periost betrifft, so ist dessen Anlage sicherlich nicht an der inneren, sondern auch hier an der äusseren Seite der Knochenlamelle zu suchen, und zwar in dem von *Bruch* selbst aussen an der Scheide erwähnten, mit Blutgefässen versehenen zellig-streifigen Gewebe, dessen äussere Lagen späterhin das Periost werden, während die innersten das Dickenwachsthum des Knochens durch andauernde Wucherung vermitteln. Die betreffenden Abbildungen bei *Bruch* erkenne ich vollkommen an, es sind jedoch Fig. 7 u. 8 Taf. III bei so geringer Vergrösserung gezeichnet, dass die zwischen den

1) Die Verkalkung ist hier wie bei den Anfängen der Knochenrinde an Röhrenknochen von Rindsembryonen theilweise nicht ganz homogen, sondern etwas körnig.

Bälkchen der Knochensubstanz liegende, sicherlich auch bereits Höhlen enthaltende und kalkhaltige membranöse Lamelle nicht in ihrem histologischen Verhalten kenntlich ist. In Fig. 8 sind die Knochenkörperchen in den Bälkchen der Auflagerung als Punkte angedeutet. Fig. 9 ist offenbar bei viel stärkerer Vergrösserung gezeichnet und zeigt die unvollkommenen, den Knorpelhöhlen noch sehr ähnlichen Knochenkörperchen der ersten membranösen Auflagerung, und da das Präparat von einem älteren Hühnchen ist, so vermuthe ich, dass die gezeichnete Stelle nicht einem Bälkchen, sondern einer der dünneren Stellen zwischen diesen angehörte. *a* scheint eine ganz dünne, daher weniger Zellen einschliessende, aber bereits verkalkte Stelle der Membran zu sein.

Die Rippen verhalten sich nach den Angaben der früher genannten Autoren auch bei Amphibien und Vögeln wie die Röhrenknochen, und es geht namentlich aus der höchst genauen Beschreibung, welche *Rathke* von der Entwickelung der Rippen bei Schildkröten gegeben hat, a. a. O. S. 84, sowie aus den Abbildungen Tab. III. u. VI. hervor, dass auch hier zunächst um den Knorpel eine continuirliche knöcherne Scheide entsteht, an welche sich dann durch weitere Auflagerung die mit Haversischen Kanälen versehene Knochensubstanz anschliesst, die bei den Schildkröten besonders hohe flügelförmige Anhänge bildet. Gegen diese Deutung spricht nur die Aeusserung *Rathke's*, dass bei manchen Arten diese Säume eine längere Zeit hindurch zum grössten Theile aus Knorpelsubstanz bestehen. Es muss dahingestellt bleiben, ob etwa bei diesen Arten abweichend von den andern eine secundäre Bildung von Knorpel vorkommt, wie sie z. B. am Unterkiefer der Säuger bekannt ist. Hingegen hat *Rathke* sehr wohl bemerkt, dass die »anfänglich völlig dichte« Knochenscheide später durchbrochen wird und im Innern dann statt des Knorpels eine spongiöse Substanz zur Entwicklung kommt. An den Rippen von Knochenfischen wird der Knorpel ebenfalls von einer knöchernen Scheide umgeben, von welcher *A. Müller* (Müller's Archiv 1853) bemerkt hat, dass sie nicht durch Verknöcherung des Knorpelfadens entsteht, sondern sich dazu verhält wie der Wirbelkörper zur Chorda.

In Betreff der ersten Entstehung der nicht knorpelig präformirten Knochen [1]), sowie des periostalen Wachsthums bereits gebildeter Knochen

1) Ich will bei dieser Gelegenheit erwähnen, dass *Nesbitt* schon das Schlüsselbein unter den Knochen aufgezählt hat, welche nicht knorpelig präformirt sind. Es kann dadurch natürlich dem Werth der Beobachtungen, welche *Bruch* hierüber mitgetheilt hat, kein Eintrag geschehen. Doch ist es ein neues Beispiel, wie viel auch ohne unsere besseren Hülfsmittel bereits erkannt oder geahnt worden war. Was meine eigenen Erfahrungen über das Schlüsselbein betrifft, so hatte ich nicht Gelegenheit hinreichend junge menschliche Embryonen zu untersuchen, um entscheidende Beobachtungen zu machen. An einem Embryo von 1'' Länge

habe ich dem von andern Seiten her Bekannten nichts Besonderes beizufügen. Für das Letztere geben Chromsäurepräparate ebenfalls sehr gute Anschauungen.

Bemerkungen über den Bau rachitischer Knochen.

Ich muss schliesslich noch auf den Bau der rachitischen Knochen zurückkommen, da die Beobachtungen an solchen der jetzt üblichen Ansicht über Knorpelossification so wesentlich zu Grunde liegen, dass man diese kaum behandeln darf, ohne jener zu erwähnen.

Bekanntlich hat *Kölliker*[1]) zuerst die histologischen Verhältnisse des Ossificationsrandes bei rachitischen Knochen genauer beschrieben und diese Beobachtungen wurden im Wesentlichen von *Meyer*[2]), *Virchow*[3]) u. A. bestätigt. Indem man von dem Verhalten der rachitischen Knochen auf die normalen zurückschloss, wurden jene zugleich als dasjenige Object bezeichnet, wo der sonst so verborgene Vorgang der Umwandlung des Knorpels in Knochen sich evidenter als sonst irgendwo beobachten lässt.

Die Beobachtungen von *Kölliker* und seinen Nachfolgern kann ich ebenfalls fast durchaus bestätigen, aber demungeachtet muss ich in Rücksicht auf das an den normalen Knochen Gesehene zu anderen Folgerungen gelangen.

Ich muss dabei von vornherein die rachitischen Knochen gerade für ein sehr gefährliches Object halten, sobald es sich um ein Urtheil über den Hergang der normalen Knochenbildung handelt, insofern als ein unbedingter Rückschluss auf den letztern mir nicht statthaft erscheint.

Den Vorzug, dass die Dunkelheit und Sprödigkeit der verkalkten Partien bei rachitischen Knochen wegfällt, besitzen Chromsäurepräparate von normalen Knochen in derselben Weise[4]). Dagegen kommt in rachitischen Knochen eine Fülle von Zwischenstufen zwischen verschiedenen Knorpelformen vor und namentlich zwischen diesen und Gewebsformen, die man als mehr oder weniger osteoide Bindesubstanz bezeichnen kann. Diese Zwischenstufen finden sich aber an dem Ossificationsrand normaler Knochen nicht in derselben Weise und dürfen namentlich nicht lediglich

war das Schlüsselbein von einem kleinen Scherbchen ächter Knochensubstanz gebildet, an welchem jedoch fast in der ganzen Länge, und namentlich an einem Ende in grösserer Masse, Knorpel anlag. Nach den Angaben von *Bruch* würde es zu dessen Ausbildung erst nach der Entstehung des Knochens gekommen sein. (Zeitschr. f. wiss. Zool. 1853 S. 371).

1) Mittheil. d. Züricher nat. Ges. 1847.

2) Müller's Archiv 1849. S. 358.

3) Archiv V. S. 409.

4) Es ist sogar nicht unzweckmässig rachitische Knochen in Chromsäure zu untersuchen. Auch Schnitte von getrockneten Knochen werden bisweilen recht gut.

als successive Umwandlungsstufen betrachtet werden, so dass daraus direct die ächte, vollkommen ausgebildete Knochensubstanz hervorginge. Es scheinen mir deswegen die rachitischen Knochen ein sehr gutes Object für jene sonst nicht in dieser Weise gruppirt vorkommenden interessanten Gewebsformen zu sein, nicht aber für das Studium des normalen Ossificationsbergangs im Knorpel.

Es kann nicht meine Absicht sein, eine ausführliche Schilderung der Rachitis zu geben, um so mehr, als die umfassende Arbeit von *Virchow* eine solche ganz überflüssig macht. Ich will nur die Punkte hervorheben, welche für die Histogenese des Knochens von Belang sind; doch dürften einige derselben auch für die Kenntniss des rachitischen Processes im Allgemeinen von Wichtigkeit sein, insofern die Auffassung des Baues der rachitischen Knochen wesentliche Modificationen erleidet.

Die augenfälligste Abweichung der rachitischen Knochen von der Norm ist bekanntlich der Mangel der erdigen Materien in Partien, welche bei normalem Gang der Ossification bereits verkalkt sein würden. Dieser Mangel betrifft sehr gewöhnlich die beiden in Frage kommenden Substanzen. Es fehlt die Verkalkung der Knorpelgrundsubstanz, welche der Schmelzung derselben vorhergeht; ebenso ist die neugebildete Knochengrundsubstanz, mit deren Sklerosirung die Verkalkung sonst fast gleichzeitig auftritt, nicht oder mangelhaft verkalkt. Diese beiden Momente hat man bei der bisherigen Betrachtungsweise der Ossification nicht getrennt, da man die zweite Substanz lediglich als den metamorphosirten Rest der ersten betrachtete. Es wurde somit das Ganze als Mangel der Kalkablagerung im Knorpel bezeichnet, während nur ein Theil diesen Namen verdiente.

An manchen Stellen zeigt der Ossificationsrand rachitischer Knochen keine andere beträchtliche Abweichung als den Kalkmangel und es haben dann diese Stellen ganz das Verhalten analoger Stellen gesunder Knochen, denen die erdige Materie durch Säuren entzogen worden ist. Man sieht die Markräume in wenig oder nicht verkalkten Knorpel vordringen und die Bildung des ächten, jedoch ebenfalls kalklosen Knochens rückt in den Markräumen nach. Hiebei entsteht häufig, wie dies oben vom normalen Knochen beschrieben wurde, durch Ausfüllung einzelner Knorpelhöhlen der Anschein eines directen Uebergangs der rundlichen Knorpelhöhle mit ihrer Zelle in das strahlige Knochenkörperchen.

Auf diesen Pseudomorphismus lässt sich ein grosser Theil dessen zurückführen, was als Uebergangsstufen von Knorpel- zu Knochenkörperchen bei Rachitis beschrieben worden ist.

Man erhält an hinreichend dünnen Schnitten unzählige Male die unmittelbare Evidenz, dass die zackigen Knochenhöhlen in den geöffneten Knorpelhöhlen auftreten (s. Fig. 16.) Es sind die letztern nicht selten nur theilweise von der Grundsubstanz gefüllt, welche sich von dem

weiteren Markraum aus hineinzieht. Die Grundsubstanz umschliesst die zackigen Zellen oft nur theilweise, so dass ein Theil ihrer Peripherie in einer noch nicht sklerosirten, weichen Substanz liegt. Von den flachen Ausbuchtungen der Markräume finden sich alle Zwischenstufen zu Höhlen, welche nur an einer kleinen, halsähnlichen Stelle mit dem Markraum communiciren. Die Zahl der Knochenkörperchen, welche in eine solche Höhle zu liegen kommen, ist dabei begreiflich wechselnd, und es ist nicht selten, dass in jeder mindestens 2—3 zackige Körperchen liegen, während alle umgebenden uneröffneten Knorpelhöhlen nur eine einzige Zelle enthalten. Es können in diesem Falle die in einer Höhle gelagerten Knochenkörperchen nicht als zusammengehörig, als ein einziges, zusammengesetztes Knochenkörperchen bezeichnet werden, sondern ihre Gruppirung ist nur ein äusserliches, gewissermaassen zufälliges Verhältniss.

In vielen Fällen ist das fragliche Verhältniss nicht unmittelbar zu ersehen, wenn die Stelle, wo die Höhle mit dem Markraum communicirte, weggeschnitten oder verdeckt oder sonst undeutlich ist, was natürlich sehr häufig vorkommen muss. Namentlich ist dies der Fall bei den Höhlen, welche Ausbuchtungen eines weggeschnittenen Markraums bildeten, die nicht einmal gar tief gewesen zu sein brauchen. Dieselben erscheinen dann als isolirte, ringsum von einem fortlaufenden Contur begränzte, mit Knochenkörperchen gefüllte Höhlungen, welche ausserdem mit Knorpelkapseln völlig übereinstimmen. War die Höhle erst mit einer dünnen Lamelle von Knochengrundsubstanz belegt, so entsteht der Anschein einer beginnenden Verdickung der Knorpelkapsel, die bereits an einer oder mehreren Stellen zackig sein kann, wenn dort, wie es häufig der Fall ist, junge Knochenkörperchen gelegen hatten. Dies gibt völlig das Ansehen einer beginnenden Porenkanalbildung. Liegen mehrere Knochenkörperchen in einer ausgefüllten Höhle, so erscheint diese als zusammengesetztes Knochenkörperchen, da ein scharfer Contur rings um die ganze Gruppe herzieht. Es ist vielfach unmöglich, an einem gegebenen Exemplar sich zu überzeugen, ob die Entstehungsweise die hier angegebene war oder nicht, allein die Betrachtung im Profil, wobei das Verhältniss zum Markraum sichtbar ist, weist eine solche Menge von Fällen nach, die bei anderer Richtung des Schnittes als abgeschlossene Höhlen hätten erscheinen müssen, dass ganz sicher ein Theil der Objecte, welche in der That so erscheinen, auf die angegebene Weise zu deuten ist. Ueberdies ist eine Ueberzeugung auch an manchen anscheinend abgeschlossenen Höhlen zu erhalten. So ist z. B. bisweilen in einer anscheinend abgeschlossenen, in der That angeschnittenen Knorpelhöhle nur die eine Seite verdickt und mit anscheinenden Porenkanälen versehen, während die übrige Peripherie noch frei ist. Oder es liegen in einer rundlichen oder 2—3lappigen Höhle 2—3 Zellen, deren jede an einer Seite an die sklerosirende Substanz an der Wand der Höhle stösst (anscheinende Verdickungsschicht), an der andern frei ist, oder von einer weichen Masse

Digitized by Google

begränzt ist. Es würden hier partielle Verdickungen mit Porenkanalbildung angenommen werden müssen, wobei die andere Seite der Zellen frei bliebe, was Niemand wahrscheinlich finden wird, während die Anlagerung der Knochengrundsubstanz, wie sie früher beschrieben wurde, diese und ähnliche Fälle leicht erklärt. Hierher lässt sich auch eine andere Erfahrung ziehen, nämlich dass man nicht selten einzelne Knorpelhöhlen anscheinend im höchsten Grade verdickt und mit einigen Knochenkörperchen erfüllt sieht, wo ringsum an den andern Knorpelhöhlen keine Spur einer Verdickungsschicht zu bemerken ist. Dieses ganz umschriebene, fleckweise Auftreten der veränderten Knorpelkapseln wäre sehr auffallend, wenn es als einfache Bildung von Verdickungsschichten mit Porenkanälen aufgefasst werden müsste, während dasselbe ganz einfach erläutert ist, sobald man annimmt, dass jene Höhlen von benachbarten Markräumen aus mit Knochengrundsubstanz gefüllt wurden, womit man überdies sich am meisten an das anschliesst, was normale Knochen zeigen. Frühere Beobachter (*Meyer* S. 363, *Virchow* S. 431) haben die Bemerkung gemacht, dass die »dickwandigen Knorpelzellen« resp. die »Umbildungen der Knorpelzellen zu knochenkörperchenartigen Bildungen« vorwiegend im Umfang der Markräume vorkommen. Dies gilt allerdings, nach meinen Erfahrungen, auch für die später zu erwähnenden Knorpelhöhlen mit ächten Verdickungsschichten, einen Theil der jener Bemerkung zu Grunde liegenden Beobachtungen glaube ich jedoch auch auf kleinere Ausbuchtungen grösserer Markräume beziehen zu dürfen. Besonders Querschnitte von Stellen, wo die Markräume sparsam und nicht gar zu unregelmässig sind, geben für einen grossen Theil der fraglichen Bildungen überzeugende Ansichten, indem man sie fleckweise um die Markräume gruppirt sieht und vielfach den Zusammenhang der osteogenen Masse in den einzelnen Höhlen mit der in dem grösseren Raume befindlichen erkennt.

In der Regel jedoch ist es viel schwieriger, über die Bildungen, die man als Uebergänge von Knorpel- zu Knochenzellen beschrieben hat, zu einer genauen Einsicht zu kommen. Es rührt dies daher, dass ausser dem Mangel der erdigen Materien noch andere Abweichungen vorhanden zu sein pflegen, und es scheint mir sehr zweifelhaft, ob solche nicht stets bereits da oder dort zu finden sind, wo die Rachitis überhaupt an den Knochen erkannt werden kann. Ich habe deswegen oben nur von »einzelnen Stellen« gesprochen, wo lediglich Kalkmangel zu erkennen ist. Jene anderen Abweichungen aber sind für die Beurtheilung des Verhältnisses der Knorpel- zu den Knochenzellen in verschiedener Weise von Einfluss. Es kommen einmal in der That Verdickungen der Knorpelkapseln vor, auf welche ich nachher zurückkomme. Ausserdem aber ist die Bildung der Markräume von dem Verhalten im Normalzustand abweichend, und zwar möchte ich einestheils die Form der Markräume, anderntheils ihre Beschaffenheit als abnorm bezeichnen.

Digitized by Google

Die Form der Markräume ist bei ihrer ersten Bildung schon in normalen Knochen nicht gleich, sondern weicht nach der Anordnung der Zellenreihen, der Raschheit des Wachsthums u. dergl. manchfach ab, wie früher angegeben wurde. Doch gilt als allgemeiner Typus, dass nur einzelne präexistirende Knorpelkanäle den Ossificationsrand durchbrechen, während die Mehrzahl der Markräume des jungen Knochens erst durch Schwund des vorher verkalkten Knorpels zu Stande kommt. Bei Rachitis entstehen nach *Kölliker* in der homogenen Knochensubstanz durch Resorption Lücken und Kanäle, während nach *Meyer* hinter den Veränderungen des Knorpels die Markraumbildung wie im normalen Zustande herschreitet, ohne dass jedoch eine wirkliche Verknöcherung durch Kalkablagerung dabei erfolgte. *Virchow* hat dies (S. 429) bestimmter dahin ausgedrückt, dass die Markraumbildung nicht blos in den Front der Ossificationslinie tritt, sondern über dieselbe hinausgreift. Es nähert sich also die Markraumbildung bei Rachitis dem Verhalten bei niederen Wirbelthieren, wo vielfach der unverkalkte Knorpel von derselben verzehrt wird. Die Formation im Einzelnen aber weicht gerade nach der entgegengesetzten Richtung ab. Während bei jenen der Knorpel in der Regel in Masse zu einem grossen Raum verwandelt wird, tritt bei Rachitis an vielen Stellen eine fein verästelte Kanalisirung auf, zwischen welcher beträchtliche Knorpelreste stehen bleiben, bis zu einer Tiefe, wo normal kaum mehr Spuren des ursprünglichen Knorpels vorhanden sind.

Es ist also dort der rachitische Knochen durch eine unvollständige Zerstörung der ursprünglichen Knorpelsubstanz ausgezeichnet.

Die früheren Beobachter haben sehr gut das zackige Vorgreifen der Markräume in den wuchernden Knorpel beschrieben, was von *Virchow* mit gefalteten Händen verglichen wurde, und *Kölliker* hat angegeben, dass dadurch manchmal selbst ganze Inseln von Knorpelsubstanz umschlossen würden. Allein es konnte dieses Stehenbleiben von Knorpel nicht in seiner eigentlichen Bedeutung aufgefasst werden, so lange die Ansicht herrschte, dass bei der normalen Ossification ebenfalls Balken von Knorpelsubstanz stehen blieben, die in die Knochenbälkchen zwischen den Markräumen direct übergingen. Es schien sich hier also nur um Mangel der Ossification zu handeln (*Virchow* S. 429), höchstens mit einem Mehr oder Weniger von restirendem Knorpel. Nachdem aber normal die sämmtliche Knorpelgrundsubstanz bis auf ganz geringe Reste schwinden soll, erscheint jenes Persistiren der Knorpelsubstanz als ein Moment von besonderer Bedeutung. In einigen Fällen konnte ich mich davon, dass diese Nichtzerstörung des Knorpels bereits in einem sehr frühen Stadium eingetreten war, sehr gut daran überzeugen, dass ganz in der Tiefe, gegen den Knochen hin, beträchtliche Reste vollkommen verkalkter Knorpelsubstanz übrig waren, während weiter heraus gegen den Knorpel zu von Kalkablagerung kaum mehr eine Spur bestand. Diese

Digitized by Google

Knorpelverkalkung datirte jedenfalls aus der ersten Zeit der Störung, wahrscheinlich aber war sie als Rest der noch normalen Ossification zu betrachten, blieb aber doch unzerstört in einer Gegend des Knochens, wo sonst von verkalkter Knorpelsubstanz mit ganzen Gruppen von Höhlen nichts mehr zu sehen ist. Solche Beobachtungen würden, wenn sie häufig zu machen sind, dafür sprechen, dass nicht blos der Mangel der Verkalkung das Zerfallen der Knorpelgrundsubstanz aufhält, da auch die wirklich verkalkten Reste mehr als sonst resistiren.

Das längere Persistiren von Knorpelmassen, die nur von fein vertheilten Markräumen durchzogen sind, ist auch fernerhin für die Conformation der rachitischen Knochen von Einfluss. Es wird nämlich dadurch ceteris paribus die von jenen aus gebildete Knochensubstanz ein feineres, aber häufig dichteres Balkennetz bilden, als wo unter Bildung von breiteren Markräumen die Knorpelmasse rascher vergeht. In der That sieht man an rachitischen Knochen öfters die an die Ossificationslinie anstossende spongiöse Substanz ausnehmend feinmaschig, und es wird deshalb leicht auch nach der Heilung das Gewebe dichter sein als sonst, falls auch nicht eine stärkere Ausfüllung der Lücken hinzukommt. Ich komme auf diese jungen Knochenschichten noch zurück.

Die Knorpelbalken, welche zwischen den zackig vordringenden grösseren Markräumen bleiben, sind, wie erwähnt, bisweilen, wiewohl keineswegs überall, von kleineren Markräumen durchzogen, welche durch die ausserordentliche Entwickelung secundärer Ausbuchtungen ausgezeichnet sind. Dieselben dringen nach allen Richtungen in einzelne Knorpelhöhlen, von diesen wieder in eine zweite und dritte, oft von jeder nur einen kleinen Theil der Zwischenwand durchbrechend, so dass eine rosenkranzartige Aufreihung und im Ganzen ein wahres Labyrinth von Gängen entsteht, die bald weiter, bald enger da und dort anastomosiren und entferntere grössere Markräume verbinden. Es hat diese ramificirte Kanalisation mehr den Charakter, den die normale Markraumbildung an den äussersten Enden zuweilen hat, wo von den grösseren Räumen aus ebenfalls zahlreiche einzelne Höhlen corrodirt werden, während weiter rückwärts in der Regel alsbald ein massenhafterer Durchbruch erfolgt, so dass grössere, durch einzelne Bälkchen und Blättchen unvollkommen getrennte Räume mit mehr cavernösem Gefüge entstehen. Man kann also wohl sagen, dass die Markraumbildung in rachitischen Knochen manchmal in grosser Ausdehnung die Anordnung behält, welche sonst nur den ersten Anfängen angehört.

Dieses eigenthümliche Umsichfressen in einzelne Höhlen ist nun ein Hauptgrund dafür, dass man bei Rachitis an vielen Stellen [1]) zahlreicher

1) An manchen Partien rachitischer Knochen trifft man diese kleinen Ausbuchtungen nicht nur nicht zahlreicher, sondern zuweilen sogar sparsamer als normal. Ueberhaupt kommen in der Gruppirung und Ausdehnung der einzelnen bei Rachitis beobachteten Veränderungen sehr bedeutende Verschiedenheiten

Digitized by Google

als sonst diese Höhlen mit neuer Knochensubstanz gefüllt sieht, und noch schwieriger die Communicationen der verschiedenen Räume nachweisen kann, da diese in allen Richtungen erfolgen. Belehrend sind hier namentlich Schnitte, an denen ein Theil der Ausläufer desselben Markraums bereits mit osteogener Substanz gefüllt ist, andere noch nicht, da man an den letzteren den Zusammenhang einzelner wenig geöffneter Höhlen oft sehr deutlich sehen kann, und sich so überzeugt, wie die Höhlenbildung auch hier dem Auftreten der Knochensubstanz voranschreitet [1]) (s. Fig. 16).

Ein Beleg dafür, dass die Markraumbildung bei Rachitis mangelhaft ist, und den Knorpel nicht in der normalen Ausdehnung auflöst, scheint mir auch in dem folgenden Befund bei einem Kinde zu liegen, dessen Rachitis offenbar erloschen oder wenigstens im Erlöschen begriffen war. Es fand sich nämlich an zahlreichen Knochen jenseits der zackigen Linie, welche die grösseren Markräume bilden, ein weissgelblicher Streifen in dem bläulichen Knorpel eingelagert. Dieser Streifen bestand mikroskopisch aus einer regelmässigen, fein netzförmigen Knorpelverkalkung, welche nur hie und da dem Grade nach von der normalen noch etwas abwich. An den Knochen, wo die Linie der Markräume sehr grosse Excursionen bildete, z. B. am oberen Ende des Humerus, war auch der Kalkstreifen etwas buchtig, an anderen, weniger afficirten Skeletstücken dagegen, z. B. an den kleinen Knöchelchen der Hand, bildete derselbe ein fast ebenes Septum quer durch den Knorpel. Hier lagen nun überall, besonders an den letztgenannten Präparaten deutlich, beträchtliche Partien von Knorpel diesseits der Verkalkung (gegen den Knochen zu), und grosse Bezirke davon zeigten ausser der Kalklosigkeit keinerlei besondere Veränderungen, namentlich keine Verdickungsschichten und keine modificirten Markräume. Wenn man annehmen darf, dass hier die wiederkehrende regelmässige Verkalkung die Stelle einnahm, welche sie ohne die rachitische Störung erreicht haben würde, so waren in einer grossen Portion Knorpel die Veränderungen gänzlich ausgeblieben, welche bei der

vor, wie dies bereits aus den Angaben der früheren Beobachter hervorgeht, und eine weitere Verfolgung dieser Modificationen je nach den einzelnen Fällen und Localitäten dürfte für eine specielle Geschichte der Rachitis nicht fruchtlos sein.

1) Die Fälle, wo die Bildung der Knochensubstanz rasch hinter der Markraumbildung herschreitet, so dass man Knorpelhöhlen, die nur an einer kleinen Stelle geöffnet waren, bereits wieder von osteogener Substanz mit mehrern Körperchen ausgefüllt findet, sprechen auch hier dafür, dass die letztern die directen Abkömmlinge der in der Höhle gelegenen Knorpelzelle sein können. Dagegen wird auch hier durch die nachher zu erörternde Ablagerung osteogener Substanz im Innern des spongiösen Knochens auf das Bestimmteste dargethan, dass nicht stets die Jungen der Knorpelzellen in loco zu Knochenkörperchen werden, sondern die letztern auch aus den jungen Zellen hervorgehen, welche im Mark enthalten sind. Zwischen beiden Arten von Zellen ist eben wohl keine Gränze zu ziehen.

Ossification hätten innerhalb der verflossenen Zeit eintreten sollen. Es liegt hierbei die Frage nahe, warum die wiederkehrende Verkalkung nicht die zunächst am Knochen befindlichen, sondern entferntere Knorpelpartien betraf, und spricht dies dafür, dass einmal ein bestimmter Ernährungszustand der typischen Verkalkung günstig ist, dann aber auch, dass der Mangel der Verkalkung von localen Bedingungen im Knorpel abhängig ist, die demselben vielleicht vorhergehen, wenn sie auch schwerer erfassbar sind.

Die Markraumbildung weicht ausser in ihrer gröberen Formation zweitens auch in der Beschaffenheit der in und an den Räumen gelegenen Gewebe ab. Es ist dabei sowohl das in Auflösung oder Umwandlung begriffene Knorpelgewebe, als auch die sich erst hervorbildende Knochen- und Markmasse zu berücksichtigen.

Bei der normalen Ossification ist das Verhältniss so, dass die Knorpelgrundsubstanz plötzlich schwindet, ohne dass man das, was daraus wird, verfolgen kann; sie scheint völlig aufgelöst zu werden, und man kann nur vermuthen, dass ein Theil des flüssigen oder weichen amorphen Inhaltes der Markkanäle daraus hervorgegangen sei. Aus den Zellen dagegen scheinen sowohl Mark- als junge Knochenzellen hervorzugehen. Die neue Knochengrundsubstanz ist gleich bei ihrem Auftreten sehr rasch sklerosirt, wiewohl sie aus einer weichen Masse hervorgehen muss. Ein directer Uebergang der Knorpelgrundsubstanz in Knochengrundsubstanz ist nicht zu erkennen.

Bei Rachitis dagegen wird einmal häufig die Knorpelsubstanz nicht so rasch aufgelöst als normal, sondern sie erleidet langsame Transformationen, welche denen analog sind, die bei der Bildung der Knorpelkanäle in Epiphysen oder anderen später verknöchernden Knorpeln vorkommen. Hier wie dort kommen alle Uebergangsstufen von der homogenen Knorpelsubstanz zu einer blassen, weichen, homogen-streifigen Masse vor, während die Zellen, durch Wucherung sich vermehrend, theils den Markzellen, theils den zackigen Knochenzellen ähnlich werden. Bisweilen auch geht dabei die Zwischensubstanz in eine dunkle, starre Faserung über[1]). Diese Umbildung kommt namentlich an der Peripherie von Markräumen oder Knorpelkanälen vor, deren Inneres von einer weicheren Masse eingenommen wird.

Eine ähnliche Lentescenz des Vorgangs bemerkt man, wenn man von der Bildung der Knochensubstanz ausgeht. Man sieht in Markräumen, welche offenbar durch völlige Schmelzung des Knorpels zu Stande gekommen sind, statt des umschriebenen Auftretens der Knochensubstanz bisweilen einen ganz allmäligen Uebergang von weichen, blassen, zellig-

1) *Meyer* hat a. a. O. solche Vorgänge bei Rachitis wie in normalen Knorpeln erwähnt, und *Virchow* hat dieselben genauer beschrieben, theils als faserige Markräume, die er bereits den von ihm sogenannten Perichondriumzapfen verglichen hat, theils als osteoide Umbildung des Knorpels in grösseren Gruppen.

streifigen, markähnlichen Massen zu sklerosirender, zackige Zellen einschliessender, kalkloser Knochensubstanz. Diese letztere ist dabei bald vollkommener, bald unvollkommener entwickelt, z. B. die Körperchen sehr unregelmässig, die Grundsubstanz nicht deutlich lamellös, wie dies auch sonst bei den ersten Anfängen ächter Knochensubstanz vorkommt, bei Rachitis jedoch in grösserer Ausdehnung. Hierher scheinen mir zu einem guten Theil die Partien der rachitischen Knochen zu gehören, welche von den früheren Autoren als Verschmelzung der verdickten Knorpelkapseln mit der Grundsubstanz angesehen wurden. Es ist aber in der That nicht überall möglich zu entscheiden, ob man einen Knorpelkanal vor sich hat, wo die Substanz in Transformation begriffen ist, oder einen Markkanal, dessen weicher Inhalt mehr oder weniger unvollkommen osteoid wird. Hier erscheint es auch möglich, dass Knorpel in eine dem ächten Knochen sehr nahestehende Substanz verwandelt wird, ohne dass vorher die Grundsubstanz gänzlich aufgelöst und neugebildet worden wäre. Allein dies beweist für die gewöhnliche intracartilaginöse Ossification durchaus nichts, schon weil an solchen Stellen rachitischer Knochen es nie zu der grosszelligen Knorpelverkalkung gekommen war, die beim Menschen constant zuerst bei der normalen Ossification eintritt, und die nie mehr in ächte Knochensubstanz direct übergeht. Dagegen ist die grosse Aehnlichkeit hervorzuheben, welche zwischen den hier erwähnten Bildungen und den Knorpelkanälen herrscht, die ich oben als Ausgangspunkt der spät auftretenden Ossification in Epiphysen und kurzen Knochen beschrieben habe. Dies gilt namentlich auch in Rücksicht auf die Entwickelung der Blutgefässe, welche hier häufig nur langsam und sparsam in dem transformirten Knorpel vorrücken, während bei dem normalen Wachsthum des Knochens im Knorpel die Gefässe so energisch vordringen, dass die Anfüllung mit Blut nicht selten das erste Kennzeichen ist, dass eine Höhle von einem Markraum her arrodirt wurde[1]. Diese Aehnlichkeit mit den langsam die Knochenbildung präparirenden Kanälen gegenüber dem rapiden Hergang des normalen intracartilaginösen Knochenwachsthums ist ein weiterer Beleg dafür, dass bei Rachitis auch abgesehen vom Kalkmangel die eigentlich ossificatorischen Veränderungen

1) Es darf dies jedoch nicht so verstanden werden, dass Gefäss- und Blutarmuth eine allgemeine Eigenschaft der rachitischen Knochen sei. Es kommen vielmehr bei Rachitis auch im Knorpel sehr beträchtliche Gefässwucherungen vor, die dann auch mit ausgiebiger Höhlenbildung verbunden zu sein pflegen. Dagegen ist dann in diesen Höhlen oft weithin die Bildung der osteogenen Substanz eine spärliche und mangelhafte. Ueber die Hyperämie der rachitischen Knochen s. *Virchow* a. a. O. S. 486. Ich will bei dieser Gelegenheit noch bemerken, dass ich in rachitischen Knochen mehrmals in ziemlicher Ausdehnung das Mark mit Pigment in Körnern und Klümpchen von gelber bis brauner Farbe besetzt fand. Ganz kleine Mengen desselben sah ich jedoch einigemal auch am Ossificationsrand nicht rachitischer Knochen, und *Virchow* traf im Keilbein häufig pigmenthaltige Markzellen.

Digitized by Google

des Knorpels im Allgemeinen unvollkommener und energieloser eintreten als normal.

Zu den berührten Eigenthümlichkeiten des ossificirenden Knorpels bei Rachitis kommen nun noch, wie früher erwähnt, Knorpelzellen mit Verdickungsschichten. Es geht aus dem schon Angeführten hervor, dass ich einen Theil der von *Kölliker* und allen seinen Nachfolgern hierhergerechneten Körper anders auffassen zu müssen glaube. Allein für einen andern Theil der fraglichen Bildungen schliesse ich michder Auffassung *Kölliker's* an, und stehe z. B. nicht an, die von demselben Mikr. Anat. Fig. 112 *B* abgebildeten Körper im Zusammenhalt mit Fig. 95, wo die analogen Knorpelzellen aus der Symphyse dargestellt sind, für ächte verdickte Knorpelkapseln zu halten. Ich gebe ferner zu, dass die Aehnlichkeit derselben mit Kapseln, die nach ihrer Eröffnung von osteogener Substanz mit 1—3 Knochenkörperchen ausgefüllt worden sind, häufig so gross ist, dass es nicht möglich ist, eine Entscheidung über bestimmte Objecte zu geben, während exquisite Präparate der einen und der andern Art kaum eine Verwechselung zulassen. Verdickte Knorpel kapseln sind bisweilen nachweislich ringsum frei, liegen in der Regel in Gruppen beisammen, an denen man die allmälige Entstehung verfolgen kann, und die zuletzt übrigbleibenden Höhlen sind, sehr häufig wenigstens, wenn auch nicht ganz glattrandig, doch auch nicht mit so langen, deutlichen Ausläufern versehen, als die ächten Knochenkörperchen. Uebrigens kann auch der Nachweis, dass mit längeren Kanälchen versehene Höhlen in verdickten Knorpelzellen entstehen, gegen das früher Gesagte nicht präjudiciren, indem bei der Verwandtschaft, resp. den Zwischenstufen, welche zwischen Knorpel, Bindegewebe und osteogener Substanz (ächtem Knochen) existiren, und bei der höchst wahrscheinlichen Abstammung vieler Knochenzellen von Knorpelzellen es nichts Auffallendes hat, wenn unter gewissen Umständen auch in geschlossenen Kapseln ein zackiges Auswachsen der Zelle mit gleichzeitiger Bildung secundärer Schichten stattfindet. *Kölliker* (Gewebelehre, II. Aufl. S. 262) hat die Analogie zwischen solchen sternförmigen Zellen in Knorpelkapseln und den freien sternförmigen Zellen des Bindegewebes und des Knochens bereits hervorgehoben, und in der That ist der Unterschied ein sehr geringer, wenn man die Knochengrundsubstanz den Verdickungsschichten in den Knorpelhöhlen parallel setzt, was nicht in allen Punkten, aber doch in gewissem Grade wohl angeht. Es wäre dabei nur zu untersuchen, ob die innerhalb der Höhle sternförmig auswachsenden Zellen die ursprünglichen Knorpelzellen oder erst Abkömmlinge derselben sind; das Letztere ist wenigstens in den sehr zahlreichen Fällen anzunehmen, wo mehrere zackige Höhlen in einer ursprünglichen Knorpelhöhle sich vorfinden, was *Kölliker* als zusammengesetztes Knochenkörperchen bezeichnet hat. Auch daran lässt sich denken, dass diese Bildungen in den geschlossenen Knorpelhöhlen eine Verwandtschaft, oder, wenn man

will, Tendenz zu der Bildung ächter Knochensubstanz andeuten, wie sie normal an den entsprechenden Stellen der Skeletstücke stattfindet.

In jedem Fall aber muss ich mich wie *Bruch* (S. 93) gegen eine einfache Uebertragung solcher Beobachtungen auf die normale Ossification aussprechen. Einmal fehlen jene exquisiten Verdickungsschichten im normalen Knorpel am Ossificationsrand, und sie scheinen mir auch bei Rachitis vorwiegend in älteren Knorpelpartien vorzukommen. Dann ist eine Gruppe verdickter Knorpelkapseln mit etwas zackigen Höhlen auch nach der Verkalkung keineswegs ächtes Knochengewebe, denn es fehlen mindestens die Anastomosen der Kanälchen und der lamellöse Bau des letztern. Denn ein Durchbrechen der Knorpelgrundsubstanz von den Kanälchen scheint nur schwer zu geschehen, während die Körperchen in einer eröffneten Kapsel begreiflich nach der Seite der Oeffnung mit anderen Körperchen leicht in Verbindung treten können. Sicherlich gehören auch gerade die exquisitesten Knochenkörperchen, welche in Knorpelhöhlen getroffen werden, solchen Höhlen an, die vorher eröffnet und wieder ausgefüllt waren. Die concentrisch streifigen Verdickungsschichten der einzelnen Knorpelzellen aber und die zwischengelagerte Grundsubstanz haben, einmal so weit gekommen, gewiss nicht mehr die Fähigkeit den eigenthümlich lamellösen Bau der exquisiten Knochen anzunehmen, von dem man weiss, dass er sonst stets das Resultat der successiven Ablagerung der einzelnen Lamellen ist. Wenn exquisites Knochengewebe an die Stelle jener Gruppen von verdickten und verkalkten Knorpelzellen treten soll, so kann dies nicht durch Umwandlung, sondern nur durch Auflösung und Ersetzung geschehen. Es wiederholt sich hier gewiss durchgängig das Verhalten bei der normalen Ossification, wo zuerst der Knorpel und dann grösstentheils auch der neue, durch die Einschiebung in die jungen Markräume unregelmässige Knochen wieder aufgelöst wird, also ein zweimaliger Ersatz stattfindet, ehe die exquisite Structur des Knochens vollkommen ausgebildet erscheint.

Die vorher erwähnte mehr oder weniger osteoide Umbildung des Knorpels in einzelnen Zügen geschieht wahrscheinlich stets mit Bildung junger Zellen, bevor die einzelnen grossen Höhlen mit starken, von der Umgebung abgegränzten Verdickungsschichten zu Stande gekommen sind, welche als Hauptargumente für die Entstehung der Knochen- aus Knorpelkörperchen gegolten haben, und nach ihrer Verkalkung den von *Meyer* und *Kölliker* beschriebenen Zellen aus den Symphysen oft sehr ähnlich sind.

Was das Eintreten der Verkalkung bei Rachitis betrifft, so scheint mir, dass dieselbe bei hochgradigen Fällen ganz fehlt, so lange die Krankheit eigentlich dauert. Wenigstens trifft man bisweilen jenseits der offenbar aus früherer Zeit stehen gebliebenen Reste von Knorpelverkalkung gar keine fest gewordenen Theile, obschon das Wachsthum seitdem ein beträchtliches war. Treten dauernd oder vorübergehend Heilungstendenzen

ein, so ist wieder die präparatorische Knorpelverkalkung und die Verkalkung der osteogenen Substanz zu unterscheiden. Ich habe oben schon erwähnt, dass ich die erstere nicht in den ältesten Knorpelschichten auftreten sah, sondern weiterhin in jüngeren Lagen. Die Verkalkung der mehr oder weniger vollkommenen osteoiden Substanz erfolgt wie gewöhnlich ganz diffus, und scheint längs der grössern Markräume vorzurücken. Dazu kommen dann die von *Kölliker* beschriebenen Verkalkungen isolirter verdickter Zellen in kalkloser Umgebung, die um so häufiger zu sein scheinen, je mehr bereits eine Heilungstendenz besteht, woher sich erklären möchte, dass sie von *Meyer* und *Virchow* als seltener bezeichnet werden. In einigen hochgradigen Fällen sah ich gar keine, in dem erwähnten Fall mit starker gewöhnlicher Knorpelverkalkung sehr viele, aber weiter rückwärts als diese. Bisweilen ist man hier auch Verwechselungen mit geöffneten und ausgefüllten Höhlen ausgesetzt. Jedenfalls ist dabei zu beachten, dass die jüngst gebildete Extracellularsubstanz früher verkalkt als die ältere (die umgebende Grundsubstanz des Knorpels). Es stimmt dies mit dem besonders von *Brandt* und *Reichert* hervorgehobenen Verhalten bei der präparatorischen Knorpelverkalkung überein, wo ebenfalls zunächst an den Höhlen die erste Kalkablagerung erfolgt, noch mehr mit dem Verhalten der bereits angezogenen Zellen mit Verdickungsschichten an den Symphysen. Diese grössere Neigung zur Verkalkung in den jüngern Schichten spricht jedenfalls für eine gewisse Verschiedenheit derselben von der übrigen Grundsubstanz, mögen sie als Kapseln isolirbar sein oder nicht. *Tomes* und *De Morgan* (a. a. O. S. 115) haben Beobachtungen gemacht, welche dafür zu sprechen scheinen, dass bei Rachitis die unvollkommen osteoiden Massen, sowie die einfach mit Verdickungsschichten versehenen Knorpelpartien, wenn sie erst einmal verkalkt sind, sehr lange persistiren können, ohne durch ächte Knochensubstanz ersetzt zu werden. Dieselben haben nämlich in den Knochen rachitisch gewesener Personen Partien gefunden, deren Knochenkörperchen strahlenlos waren. Diese Autoren nehmen an, dass hier die Kanälchen derselben nachträglich mit fester Masse ausgefüllt worden seien, was auch sonst bei älteren Individuen vorkommen soll. Nach der Abbildung a. a. O. Fig. 12 *b* jedoch glaube ich die Vermuthung äussern zu dürfen, dass es sich hier einfach um Knorpelzellen mit verdickten Wänden handelte, deren Conturen gegen die Grundsubstanz man sogar noch sehr gut erkennt, und ich glaube diese Beobachtung als einen neuen Beweis ansehen zu müssen, dass die Verdickungsschichten bei Rachitis nicht die Bildung ächter Knochensubstanz bedingen, und um so weniger für die normale Ossification als maassgebend angesehen werden können.

Dafür, dass auch bei Rachitis das exquisite Knochengewebe nicht durch directe Metamorphose des Knorpels entsteht, ist endlich noch eine Thatsache anzuführen, welche auch in anderer Beziehung von grossem Interesse ist.

Digitized by Google

E s geht nämlich auch in dem nicht mehr knorpeligen Theil der Skeletstücke in grosser Ausdehnung die Bildung einer Substanz vor sich, welche vollkommen den Bau des exquisiten Knochens hat, mit der Ausnahme, dass sie nicht oder wenig verkalkt ist.

Diese dem sogenannten Knochenknorpel identische Substanz findet sich in den Markräumen der rachitischen Knochen von der Ossificationslinie an rückwärts. An dieser geht sie in die mehr oder weniger vollkommen osteoide Masse direct über, welche die Markräume des Knorpels auskleidet oder erfüllt. Sie verhält sich zu dieser Masse, wie beim normalen Knochen die weiter rückwärts gelegenen Bälkchen der spongiösen Substanz, in denen Knochenkörperchen und Lamellen bereits die bekannte regelmässige Conformation haben, zu der zuerst erzeugten, dicht an die Ossificationslinie gränzenden Knochensubstanz, welche in die Hohlräume der schwindenden Knorpelverkalkung eingelagert und noch Reste derselben einschliessend, allerdings dieser gegenüber als ächte Knochensubstanz bezeichnet werden muss, aber jene exquisit regelmässige Anordnung noch nicht besitzt.

Diese kalklose Knochenmasse kann nicht durch nachträgliches Ausziehen der Erdsalze erklärt werden, da dieser Annahme die Anordnung der Substanz an vielen Orten, z. B. in der Markröhre mancher Knochen widerspricht[1]). Die auf Kosten des Marks neugebildete Masse verdient somit durchaus den Namen einer osteogenen Substanz.

Diese osteogene Substanz findet sich gelegentlich auf unverkalktem oder verkalktem Knorpel gelagert, der sich an der Wand grösserer Markräume vorfindet; weiter rückwärts aber liegt sie entweder auf älterem wirklichem Knochengewebe auf, oder sie bildet ganze Bälkchen und Lamellen der spongiösen Substanz für sich. Sehr häufig werden dünne Knochenbälkchen von einer Schicht osteogener Substanz aussen überzogen und wenn man hier durch Säuren den Kalk völlig auszieht, so verschwindet die Gränze der beiden Substanzen unter den Augen des Zuschauers. Diese Gränze ist bisweilen eine verwischte, bisweilen eine scharf markirte. Es darf dies wohl dahin gedeutet werden, dass in dem ersten Fall die rachitische Störung gerade während der allmäligen Bildung des Bälkchens im Vorschreiten war, während im zweiten Fall dem älteren Knochen später erst die kalklose Substanz aufgelagert wurde[2]), nachdem mittlerweile die Rachitis ausgebrochen war (s. Fig. 15).

1) Im Allgemeinen schliesse ich mich völlig der Ansicht *Virchow's* an, dass die Rachitis nicht in Erweichung der bereits gebildeten Knochen bestehe, doch muss ich sagen, dass mir einige Zweifel darüber geblieben sind, ob nicht in Fällen, wo die spongiöse Substanz gegen die Markröhre hin rareficirt vorkommt, ein Theil der kalkarmen Bälkchen dadurch zu Stande gekommen sei, dass die Erdsalze früher als die organische Grundlage entfernt werden.

2) Es bedarf kaum der Erwähnung, dass in dem Kalkgehalt überhaupt Uebergangsstufen vorkommen, wie man denn auch in nicht rachitischen Knochen bisweilen

Digitized by Google

Ein grosser Theil dieser Auflagerung osteogener Substanz darf als Resultat des normalen Stoffwechsels angesehen werden. Denn es vergehen und entstehen auch im Innern des normalen Knochens während des Wachsthums stets ganze Bestandtheile der spongiösen Substanz so, dass nicht blos Anbildung am Knorpel, Auflösung gegen die Markhöhle hin stattfindet. Rachitische Knochen geben in ähnlicher Weise wie die Knochen mit Krapp gefütterter Thiere eine gute Anschauung dieses gröberen Stoffwechsels, wenn man Längsschnitte der spongiösen Substanz mit schwacher Vergrösserung betrachtet, wo dann im Allgemeinen der feste, dunkle Knochen die älteren, die kalklose, hellere Masse die jüngeren Partien andeutet. Allerdings muss man dabei an Störungen durch wechselnde Zu- und Abnahme des rachitischen Processes denken. Bei starker Vergrösserung erkennt man zuweilen an demselben Bälkchen einerseits die im Fortgang begriffene Anlagerung neuer, kalkloser Masse, während auf der andern Seite die unebene, porös-körnige Knochenmasse der Auflösung anheimfällt.

Dieser Stoffwechsel, wobei feste Masse entfernt, und weiche dafür abgelagert wird, ist für die Beurtheilung der Consistenz der rachitischen Knochen von Wichtigkeit. Denn es erklärt sich dadurch, wie auch der vor der rachitischen Störung gebildete Theil des Knochens seine Festigkeit allmälig einbüssen kann, ohne dass man eine Erweichung durch Entfernung der Erdsalze anzunehmen braucht, und es lässt sich kaum angeben, wie weit dies in Fällen von extremem Grad und langer Dauer gehen kann, da auch die compacte Rindensubstanz der Röhrenknochen sowohl von dem oben erwähnten Stoffwechsel nicht frei bleibt, als auch insbesondere gegen die Markröhre zu fortwährend aufgelöst wird, während sich aussen neue, kalklose Schichten ansetzen. Manche Autoren, so *Porter* in der Cyclopaedia of anatomy. Art. Bone, haben sich gegen die Angaben über beträchtliche Weichheit der rachitischen Knochen ausgesprochen, wie sie z. B. von Boyer gemacht worden sind. Auch *Virchow* statuirt eigentliche Krümmungen nur an dem weich gewordenen und weich gebliebenen Knorpel, während derselbe an dem knöchernen Theil nur Infractionen und Fracturen zulässt. Ich will gewiss die von *Virchow* vielfach belegte Häufigkeit und Wichtigkeit der letztern Vorgänge, von denen ich mich selbst mehrfach überzeugt habe, nicht in Abrede stellen, um so mehr, als sie auch in practischer Beziehung alle Aufmerksamkeit verdienen. Allein dass rachitische Knochen in selteneren Fällen auch in den älteren Partien ihre Festigkeit so einbüssen können, dass Krümmungen entstehen, scheint mir unzweifelhaft.

Unter einer Anzahl von rachitischen Knochen, welche ich theils der Gefälligkeit von Prof. *Friederich* verdanke, theils frisch untersuchen konnte, besassen einige eine beträchtliche Biegsamkeit, und es war der

dünne Lagen an der inneren Oberfläche der Markräume und Kanäle trifft, welche noch nicht völlig verkalkt sind.

Grund derselben in den anatomischen Verhältnissen auf die angegebene Weise deutlich. Bei dieser Biegsamkeit müssen dauernde mechanische Einwirkungen, namentlich der Schwere und der Muskeln nach und nach bleibende Krümmungen erzeugen. Diese werden jedoch stets flache Bogen, nicht winklige Formen bilden, und nie so beträchtlich sein, als die durch Knickung bedingten Deformationen, die an Zahl und Bedeutung weit voranstehen. Die interstitielle Entwickelung der zähen osteogenen Substanz trägt übrigens wahrscheinlich neben den analogen periostalen Schichten dazu bei, dass die Brüche des älteren Knochens meist als Infractionen auftreten.

Es ist schwer zu beurtheilen, welches die Ausdehnung des erwähnten gröberen Stoffwechsels in rachitischen Knochen gegenüber normalen im Ganzen ist, namentlich ob eine Vermehrung oder Verminderung in der Auflösung der festen Knochensubstanz stattfindet, obschon einige Angaben für das Erstere zu sprechen scheinen (*Virchow* S. 461). Dagegen ist es mir nicht zweifelhaft, dass in manchen Fällen eine abnorme Vermehrung der neuen osteogenen Substanz im Innern des alten Knochens vorkommt.

Ich habe einmal in den Rippen eines mehrjährigen Kindes, welche überall ziemlich biegsam waren, das Innere viel feinzelliger gefunden als normal, und die Bälkchen bestanden zum bei Weitem grössten Theil aus exquisiter osteogener Substanz mit sehr wenig verkalktem Knochen. Die Gegend, welche der ehemaligen compacten Rinde entsprechen musste, war wenig abgegränzt, und dort sogar war nirgends die feste Knochensubstanz allein zu finden, sondern überall unverkalkte Substanz dazwischen gelagert[1]). Auch an einigen Oberarmknochen fand ich nicht nur überall in der spongiösen Substanz osteogene Masse vor, sondern auch die alte compacte Rinde enthielt solche in grösserer oder geringerer Ausdehnung, namentlich in ihren innersten, vom Periost am meisten entfernten Schichten. Sicherer dürfen als abnorme Vermehrung angesehen werden grössere Mengen osteogener Substanz, welche in der Markröhre von mehreren Oberarmknochen vorkamen. In dem Humerus eines ¾jährigen Kindes zog sich von der spongiösen Substanz her durch die ganze Markröhre eine für das blosse Auge theils balkige, theils membranöse, unter dem Mikroskop fein spongiöse Schicht hin, die lediglich aus osteogener Substanz bestand. In einem zweiten Humerus fast aus derselben Altersperiode ging das Ende der spongiösen Substanz gegen die Markröhre hin in ein sehr grobes Balkennetz aus reiner osteogener Substanz über, welches sich durch einen grossen Theil der Markröhre erstreckte und in der untern Hälfte streckenweise einen rundlichen, die Röhre fast völlig ausfüllenden Strang bildete. In einem dritten Fall von sehr hochgradiger Rachitis bei einem älteren Kinde zog sich durch die

1) Ich bemerke, dass mehrfache Infractionsstellen dabei wohl unterschieden wurden.

ganze Markröhre eine fein spongiöse, nur hie und da von etwas grösseren Markräumen durchzogene Masse hin, welche weicher als Knochenknorpel war, mikroskopisch aber mit demselben völlig übereinstimmte. In allen diesen Fällen war von einer Knickung des Knochens nichts wahrzunehmen. In dem letzten Fall war derselbe im Ganzen schwach gebogen, in den beiden ersten dagegen vollkommen gerade. An andern Knochen, wo die rachitische Veränderung der Enden geringer war, hatte auch die Entwickelung der unverkalkten osteogenen Substanz im Innern eine geringere Ausdehnung erreicht.

Was die schwammige Substanz betrifft, so fand ich an den Enden grösserer Knochen bei höheren Graden von Rachitis mehrmals die folgende Anordnung. Zuerst kommt der gewöhnliche Epiphysenknorpel, dessen innere Abtheilung die bläuliche Schicht mit den bekannten Reihen bildet. Die zweite Lage ist dann diejenige, wo Knorpelreste und Markräume mit Ossificationsanfängen in einander greifen. An der Linie, von wo aus der Ossificationsrand nun zackig in den Knorpel eindringt, wo also die regelmässige Ossification unterbrochen wurde, finden sich dicht beisammen noch sehr verschiedene Entwickelungsstufen. Unveränderter und verkalkter Knorpel, die stehen geblieben sind, Knorpel mit Verdickungsschichten und kleine Stückchen fester Knochensubstanz von den Markräumen her eben gebildet, als die rachitische Störung eintrat; zwischen und über diese Theile zieht sich unverkalkte, mehr oder weniger osteoide Substanz hin, theils an den Wänden grösserer Markräume, theils in einzelnen geöffneten Kapseln gelagert. An diese unregelmässige Gränzschicht des Knorpels schliesst sich dann drittens eine Substanz, welche die grösste Aehnlichkeit mit einem sehr feinlöcherigen Schwamm hat. Sie hat den Bau eines spongiösen Knochengewebes, dessen Maschen äusserst klein sind, während die Bälkchen zum grössten Theil aus osteogener Substanz bestehen, und nur sparsame Strahlen fester Knochensubstanz hindurchziehen[1]). Hierauf folgt viertens eine Schicht, welche sich durch gröbere Maschen und eine grössere Resistenz unterscheidet, so dass sie dem Druck nicht so leicht wie die feinmaschige Schicht nachgibt. Sie zeigt auch mikroskopisch in den Balken mehr feste Knochensubstanz, wiewohl vielfach von unverkalkter Masse überzogen oder von feineren Bälkchen derselben durchsetzt. Hieran soll sich endlich die Markröhre schliessen, die aber, wie eben erwähnt, bisweilen noch grössere Massen von osteogener Substanz enthält.

1) Diese Masse, welche schon *Rufz* (*Virchow* S. 416) mit einem Schwamme mit sehr engen Maschen vergleicht, ist offenbar etwas wesentlich Anderes, als was *Virchow* nach *Guérin* als »spongoide Schicht« bezeichnet, nämlich die präparatorische Knorpelverkalkung; sie würde aber diesen Namen eher verdienen als letztere, welche unter allen Umständen spröde und brüchig, und eigentlich stets ein Product der vor- oder nachrachitischen Bildungsperioden ist, und daher bei hochgradigen Fällen, wie *Virchow* selbst angibt (S. 434), bisweilen fast ganz fehlt.

Digitized by Google

Durch den Reichthum an kleinen Bälkchen osteogener Substanz im Innern müssen derartige rachitische Knochen nach der Heilung im Innern ein dichteres Gefüge haben und ich glaube dies auch an den Knochen eines Kindes gesehen zu haben, von dem ich vermuthete, dass es früher rachitisch gewesen. Doch scheint dies Verhalten nicht allgemein zu sein. In einem Fall habe ich trotz der Anwesenheit kalkloser Bälkchen die Markröhre sehr gross und die spongiöse Substanz sparsamer gefunden als normal. Es würde dies vielleicht in höherem Grade entwickelt den rachitischen Schwund (*Guérin*) darstellen, von welchem indess auch *Virchow* (S. 461) nur geringe Grade angetroffen hat. Auch ist zu bedenken, dass es nicht leicht zu bestimmen ist, welche Dichtigkeit der spongiösen Substanz noch als normal betrachtet werden darf.

Dieselbe unverkalkte osteogene Substanz findet sich übrigens wie in den Diaphysen, so auch in den Kernen der Epiphysen und der kurzen, z. B. Handwurzelknochen, deren ich noch kurz Erwähnung thun will, da sie gewöhnlich weniger berücksichtigt worden zu sein scheinen.

An etwa bohnengrossen Epiphysenkernen im Kopf des Oberarms fand ich in der centralen Partie einigemal Reste von Knorpelverkalkung, einige Bälkchen von fester Knochensubstanz und osteogene Substanz als Auflagerung der Markräume, in denen Mark mit Blutgefässen und Fettzellen enthalten war. Die peripherischen Partien des Kerns dagegen waren blos durch Lacunen im Knorpel gebildet, an denen weder Verkalkungen, noch osteogene Substanz zu finden waren. Der Knorpel erlitt zum Theil eine Umbildung wie in den Knorpelkanälen an den ersten Spuren der normalen Knochenkerne (s. oben S. 187). Es kam aber nur zur Bildung eines sehr unvollkommen osteoiden Gewebes. Dagegen fand ich zweimal in den Ausbuchtungen der Lacunen hyalinen Knorpel, der durch seine helle Beschaffenheit, seine scharfe Abgränzung gegen die umgebenden Partien, sowie die dichte Lagerung seiner kleinen Zellen sich als neue Bildung zu charakterisiren schien. Es kam also hier, nachdem der in der Bildung begriffene Knochenkern von der Rachitis ereilt worden war, nur mehr zu einer unvollkommenen Höhlenbildung im Knorpel, die nicht mehr von osteogener Substanz, sondern nur weichem Mark, vielleicht hie und da von neuem Hyalinknorpel ausgefüllt wurde, über dessen Neubildung an andern Stellen rachitischer Knochen *Virchow* a. a. O. nachzusehen ist[1]).

Eine andere Entwickelungsstufe zeigte ein erbsengrosser Kern in der

1) Die Neubildung von Hyalinknorpel bei Rachitis und andern pathologischen Vorgängen schliesst sich an das embryonale Auftreten des Knorpels, und namentlich an das nachträgliche Auftreten von Knorpel an sog. Deckknochen enge an, wie dies von *Kölliker* und *Bruch* beobachtet wurde. Am eigenthümlichsten würde das Verhältniss sein, wenn der secundäre, an die Stelle des älteren getretene Knorpel neuerdings unter Markraumbildung von ächtem Knochen ersetzt würde.

untern Epiphyse eines Oberarmknochens. Hier fand sich blos ein feines Netz osteogener Substanz, gegen den Knorpel meist scharf abgesetzt, gar keine Verkalkung.

Ein stark erbsengrosser anscheinender Epiphysenkern des oberen Endes eines Oberarms endlich bestand bei genauerer Untersuchung blos aus einem durch Erweichung und Zerfaserung des Knorpels gebildeten Lacunensystem, zwischen welchem unvollkommene Knorpelbalken übrig blieben. Hier fehlte auch die ächte osteogene Substanz. Die umgebenden Knorpelhöhlen zeigten hie und da geringe Verdickungen ihrer Wand, aber durchaus keine sternförmigen Höhlungen darin. Hier war also der höchste Grad der Abweichung gegeben: Höhlenbildung im unverkalkten Knorpel, mit Persistenz eines Theils des Knorpels; Erfüllung der Höhlen mit blos weicher, nicht osteoider Masse.

Bei einem angeblich 4 Monate alten Kinde mit mässiger Rachitis habe ich auch den Knochenkern im ersten Steisswirbel untersucht. Derselbe hatte noch ringsum eine Lage von verkalktem Knorpel, der wie eine Kapsel eine buchtige Markhöhle umschloss. Diese Höhle war fast überall von einer dünnen Lage osteogener Substanz ausgekleidet, die an manchen Stellen jedoch bereits kleine Haversische Systeme gebildet hatte. Kalkhaltiger Knochen war nicht da.

Es ist kaum glaublich, dass diese unverkalkte Masse im Innern der Knochen in der Literatur der Rachitis, die mir nicht zur Hand ist, nicht erwähnt sein sollte, da sie bisweilen für das blosse Auge sehr wohl bemerkbar ist. Die neueren histologischen Angaben über Rachitis indessen enthalten nichts darüber [1]).

In Betreff der Abweichungen, welche die Knochenbildung vom Periost her bei Rachitis erleidet, welche viel mehr zu Tage liegen als die intracartilaginösen Vorgänge, und für meine Zwecke hier nicht direct von Belang sind, kann ich nur auf die Darstellung von *Virchow* verweisen.

Dagegen mag schliesslich noch eines Verhältnisses bei rachitischen Knochen Erwähnung gethan werden, von dem ich nicht weiss, ob es bisher bemerkt worden ist. Es erreicht nämlich die rachitische Veränderung eine höhere Stufe, namentlich hinsichtlich ihrer Ausdehnung, an den Knochenenden, wo früher Kerne in den Epiphysen auftreten. Nachdem mir ein sehr beträchtlicher Unterschied an den Oberarmknochen von vier Kindern aufgefallen war, indem die Veränderung stets am oberen Ende bedeutend entwickelter war [2]), untersuchte ich in einem Fall die kleinen Knöchelchen der Hand

1) *Bruch* (a. a. O. S. 94) gibt an, dass die Bildung des secundären Knochengewebes vom Periost, den Markkanälen und Markräumen aus in derselben Weise im rachitischen Knochen stattfindet wie sonst, spricht aber weder von der Kalklosigkeit dieser Substanz, noch von ihrer grösseren Ausdehnung.

2) Ich bemerke bei dieser Gelegenheit, dass in der sonst so genauen Anatomie von *Arnold* III. 1282 wohl durch ein Versehen die Kerne des Proc. cubitalis als vor

und des Fusses und fand hier an Mittelhand und Mittelfuss das untere Ende, an den Phalangen dagegen das obere Ende mehr afficirt. Auch hier verhielt sich der sogenannte erste Mittelhand- und Mittelfussknochen wie eine Phalanx. An anderen Röhrenknochen war das Verhältniss ebenfalls mehr oder weniger deutlich. Ob dasselbe ganz constant ist, wird sich leicht constatiren lassen. Vorläufig will ich dahin gestellt sein lassen, welches die Beziehung zur Richtung der Arteriae nutritiae sein mag und nur bemerken, dass jene Enden, wo die Epiphysenkerne auftreten sollen, durch ein sehr starkes Wachsthum ausgezeichnet sind, und es daher ganz natürlich ist, wenn die rachitische Störung dort in einer gegebenen Zeit ausgedehntere Veränderungen erzeugt, als wo das Wachsthum geringer ist.

Resumire ich die Abweichungen der intracartilaginösen Ossification bei Rachitis, so lassen sich folgende Punkte hervorheben.

1) Die präparatorische Knorpelverkalkung hört auf oder wird mangelhaft.

2) Die Markkanäle dringen in den unverkalkten Knorpel vor, weichen aber theils in der Ausdehnung und Form, theils in der Art ihrer Entwickelung ab. Im Allgemeinen ist ihre Ausbildung eine geringere. Der Knorpel erleidet dabei theilweise eine faserige oder osteoide Transformation.

3) Im Innern der Markräume des Knorpels wird an vielen Stellen osteogene Substanz gebildet, deren Form, nach derjenigen der Markräume sich richtend, häufig den Anschein gibt, als ob Knochenkörperchen in geschlossenen Knorpelhöhlen entstanden wären. An andern Stellen kommt es nicht zur Bildung von osteogener Substanz, sondern die Markräume enthalten nur weiche oder unvollkommen osteoide Massen. Es kommen jedoch Zwischenstufen verschiedener Art vor.

4) Der zwischen den Markräumen abnorm persistirende Knorpel erhält Verdickungsschichten, womit die Höhlen zum Theil Knochenkörperchen ähnlich werden.

5) Im Innern des schon gebildeten Knochens findet eine ausgedehnte Anlagerung unverkalkter osteogener Substanz statt, unter theilweiser Resorption der festen Knochensubstanz.

Was das Verhältniss zum intracartilaginösen Wachsthum bei normalen Knochen betrifft, so ergibt sich einestheils eine Bestätigung dafür, dass ächte Knochensubstanz in den Markräumen aus weicher Masse hervorgeht. Anderntheils lassen die Metamorphosen des Knorpels, welche beim normalen Diaphysenwachsthum nicht vorkommen, keinen directen Rückschluss auf dieses zu. Wohl aber zeigen dieselben, wie manchfaltig die Zwischenstufen der verschiedenen Formen der Bindesubstanz sind, und geben die Mahnung, nicht zu leicht von einer Weise des Vorkommens

dem des Caput auftretend angegeben sind, was in der Regel wenigstens nicht der Fall ist.

auf andere zu schliessen, da fast Alles, was denkbar ist, auch vorzukommen scheint. Ich will deswegen auch nicht behaupten, dass der Vorgang, wie man ihn für die normale Ossification des Knorpels bisher gewöhnlich angenommen hat, gar nirgends vorkommen könne. Aber aus dem Verhalten der rachitischen Knochen geht kein Einwurf gegen den Satz hervor, dass das ächte, exquisite Knochengewebe an dem Skelet des Menschen und vieler Thiere auch da, wo es vom Knorpel her wächst, wie bei der sogenannten Bindegewebsossification, aus einer weichen Masse, durch Einschliessung strahlig auswachsender Zellen in eine neue, alsbald sklerosirende Grundsubstanz hervorgeht.

Schlussbemerkungen.

Es sind im Früheren die verschiedenen Fälle betrachtet worden, wo nach der gewöhnlichen Annahme ächte Knochensubstanz aus Knorpel hervorgehen sollte. Zuerst das Längenwachsthum der Röhrenknochen, dann das Auftreten der ersten Spuren von Knochensubstanz in den Wirbeln und im Innern grösserer Knorpelmassen überhaupt (Epiphysen, kurze Knochen), endlich das erste Erscheinen ächter Knochensubstanz an den Röhrenknochen der Extremitäten. Es hat sich dabei gezeigt, dass bei Menschen und höheren Wirbelthieren wahrscheinlich überall, bei den niederen wenigstens sehr ausgebreitet nicht eine directe Umwandlung, sondern ein Ersatz des Knorpels durch den Knochen stattfindet, und dass dabei die ächte Knochensubstanz überall wesentlich auf dieselbe Weise sich bildet, wie dies von dem periostalen Wachsthum der Knochen und den sogenannten secundären Knochen bereits allgemein angenommen wurde. Obschon nun eine Vervollständigung der Kenntnisse in Beziehung auf die einzelnen Thatsachen noch vielfach nothwendig ist, so zeigt sich doch bereits jetzt, dass die hier zur Erörterung gekommenen Verhältnisse nach verschiedenen Richtungen von allgemeinem Interesse sind, welche ich nur in der Kürze andeuten will.

Erstens erscheint vom histologischen Standpunkt das exquisite Knochengewebe des Menschen und der höheren Wirbelthiere mehr berechtigt, in der schon oben angedeuteten Weise als eine eigene Form der Bindesubstanz bezeichnet zu werden als es bisher, insbesondere dem Knorpel gegenüber, der Fall war, nachdem eine grössere Einheit in seiner Entwickelungsweise nachgewiesen ist. Es muss aber auch der Ausdruck »Knochen« um so mehr auf die exquisite Form beschränkt oder in jedem einzelnen Fall näher bestimmt werden, als fast sämmtliche übrige Formen der Bindesubstanz verkalkt oder »verknöchert« vorkommen. Dabei ist jedoch zu beachten, dass zwischen der Knorpelverkalkung und dem

ächten Knochen zwar nicht zeitliche aber räumliche Zwischenstufen aller Art existiren, sowie das Aehnliches in anderen Richtungen sich findet.

Diese genauere Bestimmung des Ausdrucks »Knochen« in Rücksicht auf die Form der organischen Grundlage ist zweitens vor Allem gefordert, wenn es sich um vergleichend-anatomische Angaben handelt. Es kommen nicht nur bei den verschiedenen Thieren vorzugsweise die eben berührten Zwischenformen vor, und was bei dem einen »exquisiter Knochen« genannt werden kann, würde es nicht sein, wenn man von einem andern ausginge, sondern es sind zum Theil bestimmte Formen des verkalkten Gewebes für bestimmte Gruppen von Thieren oder für bestimmte Stellen charakteristisch. Man hat vielfach darüber gestritten, ob und wie weit im Allgemeinen die histologischen Charaktere der Skelettheile für ihre morphologische Deutung maassgebend seien. Aber wenn auch dies vielleicht nicht ganz durchgreifend der Fall ist, so liefern dieselben auf jeden Fall Behelfe von sehr bedeutendem Werth, und es muss in dieser Beziehung die Auffassung des exquisiten Knochengewebes gegenüber dem Knorpel, wie sie hier vertheidigt wurde, wesentliche Modificationen in der Anschauungsweise bedingen.

Es muss dies ganz besonders der Fall sein, wenn man die histologische und morphologische Entwickelungsgeschichte des Knochensystems den Ansichten über dasselbe zu Grunde legt, wie dies alle Forscher unumgänglich gefunden haben, welche sich in neuerer Zeit mit diesen Dingen beschäftigt haben. Hier tritt zuerst die Lehre von dem Primordialskelet gegenüber den Skeletstücken, die man als secundäre Knochen zu bezeichnen pflegt, in den Vordergrund. Die eine Partei, deren hauptsächlichster Vorfechter in letzter Zeit *Kölliker* war, sah es als einen Unterschied von wesentlicher morphologischer Bedeutung an, dass ein Theil der Knochen ursprünglich durch Verknöcherung von Knorpel entstehe, während die anderen, nie knorpelig präformirt, aus einer membranösen, bindegewebigen Grundlage hervorgehen. Die andere Partei dagegen, mit *Reichert* an der Spitze, leugnete die diesem Verhalten zugeschriebene Bedeutsamkeit, indem sie die Grundlage der primordialen Knochen als hyalin-knorpelig, die der andern Knochen als häutig-knorpelig bezeichnete. In Beziehung auf diese Charakterisirung der organischen Grundlage der sog. secundären Knochen muss ich mich völlig dem anschliessen, was *Bruch* (a. a. O. S. 98) und *Virchow* (a. a. O. S. 440 u. 457) darüber sagen, nämlich dass der Unterschied der Ansichten nicht so gross ist, als es schien, indem die ossificirende Substanz bald mehr dem Knorpel, bald mehr dem Bindegewebe gleicht. In der That ist bisweilen die Grundsubstanz vor der Verkalkung so homogen und gleicht auch nach Säurezusatz der spiegelnden Knorpelsubstanz so, dass man die Masse füglich einen Knorpel mit zackigen Zellen nennen könnte. Anderemale dagegen ist die Grundsubstanz so stark netzförmig-faserig und vor der Verkalkung

Digitized by Google

so wenig dicht, dass sie einem Knorpel sehr unähnlich ist[1]). Dabei blieb aber immer die bedeutende Verschiedenheit stehen, dass in dem einen Fall ein Knorpelstück als temporärer Repräsentant des Knochens eine Zeit lang persistirte, in dem andern nicht.

Nach der hier gegebenen Darstellung des Verhältnisses von Knochen und Knorpel nun fällt der histologische Unterschied der primordialen, präformirten und der nichtpräformirten Knochen so gut wie ganz weg, indem auch in jenen der Knorpel nicht als solcher ossificirt, sondern sich an seine Stelle ein Gewebe setzt, welches mit dem der nichtpräformirten Knochen identisch ist, wobei allerdings höchst wahrscheinlich Abkömmlinge der Knorpelzellen zu Knochenzellen werden. Dagegen wird das zweite Moment jetzt um so bedeutsamer. Die Stücke des Primordialskelets besitzen durch ihre knorpelige Präformation ein Stadium, welches die secundären Knochen nicht haben; ein Stadium, dessen provisorische Bedeutung für die höheren Wirbelthiere eben dadurch deutlich wird, dass diese präformirte Masse nicht in Knochen übergeht, sondern erst wieder schwinden muss, um dem definitiven Skelettheil Platz zu machen. Schon *Nesbitt*[2]) hatte diese provisorische Bedeutung des Knorpelskelets sehr wohl erkannt und nahm an, dass Knochen erst da entstehen, wo eine nicht so harte Masse von gleicher Grösse nicht ausreichen würde. So glaubte er, dass z. B. die frühe Verknöcherung des Schlüsselbeins und der Rippen dazu bestimmt sei, die Bewegungen des Herzens vor Hindernissen zu bewahren. Obschon eine so ins Einzelne gehende teleologische Begründung sich schwerlich durchführen lässt[3]), so liegt es doch nahe, im Ganzen für die höheren Wirbelthiere ein solches Verhältniss anzunehmen, so dass das Skelet als Formgebendes den jeweiligen Bedürfnissen des ganzen Organismus angemessen ist. Man könnte so die Chorda dorsalis als das erste, einfachste, der Urform des Thieres entsprechende Skelet ansehen, welches später von dem zweiten, knorpeligen Skelet grossentheils verdrängt wird, bis endlich dieses wieder bis auf grössere oder kleinere Reste untergeht, um dem Skelet aus ächter Knochensubstanz zu weichen. *Bergmann*[4]) hat auf diese Weise bereits ein primäres, secundäres und tertiäres Skelet unterschieden, musste jedoch vollkommen in Uebereinstimmung mit der damals herrschenden Ansicht über das Knochengewebe bemerken, dass das Verhältniss der Chorda zu den Wirbelkörpern ein anderes sei, als das eines Knorpels zu den Knochen, die sich aus ihm entwickeln. Jetzt, wo sich zeigt, dass auch der Knorpel nicht einfach in den Knochen übergeht, wird auch hierin das Verhältniss des tertiären knöchernen

1) Schon *Henle* (Allg. Anat. 826) führt an, dass die Lamellen des Knochenknorpels bald glashell, bald faserig sind.
2) Osteogenie. Uebers. von *Greding* 1753. S. 23.
3) *Bergmann* bemerkt, dass es kleine Knochen- und grosse Knorpelfische gebe.
4) Ueber die Skeletsysteme der Wirbelthiere. Göttinger Studien 1845. I. Abthl. S. 290.

Skelets zu dem secundären knorpeligen ein wenigstens ähnliches[1]). Auch in Folgendem zeigt sich eine Uebereinstimmung. Der Knorpel tritt zu einem grossen Theil als Beleg in der Umgebung der Chorda auf, aber nicht ausschliesslich. Ebenso bildet sich das knöcherne Skelet zu einem grossen Theil an der (äusseren oder inneren) Oberfläche des knorpeligen, aber es kommen auch Knochenstücke vor, die sehr frühzeitig, andere, die schon von Anfang an vom Knorpelskelet unabhängig sind.

Die relative Entwickelung der drei verschiedenen Skeletformen zeigt dann eine unendliche Reihe, an deren einem Endpunkt das Chorda-Skelet fast allein dominirt, während an dem anderen das dritte, ächt knöcherne an Masse und Bedeutung so über die beiden andern prävalirt, dass Wenig vom Knorpel und fast Nichts von der Chorda übrig bleibt[2]).

Auf die Bedeutung der Vascularisation bei dem Ersatz des knorpeligen durch ein knöchernes Skelet hat *Bruch* mit Recht hingewiesen. Sie erreicht einerseits in letzterem eine Ausbildung, wie sie in ersterem nicht vorkam und in Knorpelverkalkungen überhaupt kaum vorkommt, andererseits aber ist die Gefässbildung selbst für die Entstehung der ächten Knochen von entschiedenem Einfluss, und es möchte vielleicht sogar die Reihenfolge ihres Auftretens zum Theil hiermit zusammenhängen. Für die wesentliche Bedeutung der gefässhaltigen Kanäle bei der Bildung ächter Knochenkerne im Innern des Knorpels, welche von den alten Anatomen fast durchgängig angenommen wurde, glaube ich oben die entscheidenden Belege beigebracht zu haben. Die Gefässbildung erscheint also theils als Zweck, theils als Mittel bei der Ausbildung des knöchernen Skelets der höheren Wirbelthiere.

Dass die nicht knorpelig präformirten Knochen zum guten Theil früher auftreten, als solche, die an die Stelle knorpeliger Massen treten, kann

1) Es ist eine Auffassung denkbar, wonach dieses Skeletschema eine noch grössere Berechtigung haben würde. Wenn man annähme, dass bei der Bildung der ächten Knochensubstanz im Innern von Knorpel die Kanäle, von denen sie ausgeht, gewissermaassen Einstülpungen des Perichondrium seien, und alle Knochenzellen Abkömmlinge der aus Perichondrium hervorgehenden Markzellen, so würde auch hier das tertiäre Skelet theils ganz selbständig, theils als Beleg des secundären (knorpeligen) entstehen, ohne irgend aus dem letzten hervorzugehen. Es ist dies indessen nicht wahrscheinlich, da an vielen Stellen wenigstens der Anschein sehr dafür ist, dass Abkömmlinge der Knorpelzellen selbst zu Knochenzellen werden.

2) Ich muss jedoch hier bemerken, dass auch beim Menschen die Chorda nicht so frühzeitig völlig schwindet, als gewöhnlich angenommen wird. Abgesehen von den Wirbelsynchondrosen sind am hinteren und vorderen Ende der Wirbelsäule, im Steissbein, Zahn des Epistropheus, Basilarknorpel, nach der Geburt noch deutliche Reste der Chorda und ihrer Scheide zu finden, welche erst durch die Ossification völlig zerstört werden. Eine ausführlichere Mittheilung hierüber behalte ich mir vor. — Eine andere Frage, auf die ich hier nicht eingehen will, ist die, wie viel von bindegewebeartigen Massen bei höheren, wie bei ganz niederen Wirbelthieren etwa als unverkalktes Analogon der Theile des tertiären, knöchernen Skelets betrachtet werden darf.

Digitized by Google

dabei nicht auffallen, ist aber, wie *Bruch* bemerkt hat, der üblichen Ausdrucksweise »primäre, secundäre Knochen« ungünstig, da diese leicht auf die Zeit der Ossification zu schliessen veranlasst. Ueberdies verdient nach der hier aufgestellten Betrachtungsweise ein Knochen, der sich an die Stelle eines Knorpels setzt, gewissermaassen die Benennung »secundär« eher als einer, der von vornherein knöchern erscheint. Es dürfte deshalb geeignet sein, nach dem Vorschlag von *Bruch* jene Ausdrücke ganz fallen zu lassen und stets die unzweideutigen Ausdrücke »präformirter« und »nicht präformirter« Knochen zu gebrauchen, sobald es sich um Skeletstücke handelt. Eine weitere Verwirrung entsteht aber leicht durch den Ausdruck »Primordialknochen«, den *Bruch* für den verkalkten Knorpel gebraucht, während unter dieser Benennung sonst auch Skeletstücke verstanden werden, welche in dem primordialen Knorpel vorgebildet waren, aber aus ächter Knochensubstanz bestehen. Man würde, sobald es sich um die histologische Bezeichnung handelt, wohl am besten den Ausdruck Knorpelverkalkung oder kalkhaltiger Knorpel dem ächten Knochen gegenüber setzen.

Der erörterte Gegensatz zwischen knorpeligem und knöchernem Skelet kann jedoch auch jetzt nicht als ein vollkommen durchgreifender hingestellt werden. Es würde weniger wichtig sein, dass auch im Knorpel typisch persistente Verkalkungen vorkommen, wie bei den Plagiostomen, und dass auch sonst kleine Mengen derselben an den Enden der meisten Skeletstücke mit dem ächten Knochen eng vereinigt sind. Aber die Uebergangsformen zwischen Knorpel, Knochen und Bindegewebe sind zu zahlreich, um eine scharfe Trennung vorzunehmen zwischen den knorpeligen und den nicht präformirten knöchernen Theilen, da für letztere das Kriterium präformirt gewesener Skelettheile fehlt, dass sie sich an die Stelle eines geschwundenen Knorpelstücks gesetzt hätten. Indessen ist auch die Trennung zwischen der Chorda dorsalis nebst ihrer Scheide und dem umgebenden Knorpel wohl nicht als eine ganz absolute überall durchzuführen.

Ein anderer Punkt, welchen die Auffassung der knöchernen Skelettheile gegenüber den knorpeligen wesentlich influenzirt, ist die Zurückführung des Skelets auf eine bestimmte Zahl von Stücken. Man pflegte in der menschlichen Anatomie die beim Erwachsenen in der Regel noch trennbaren Stücke als eigene Knochen zu beschreiben. Allein für eine vergleichend-anatomische Beurtheilung des Skelets war damit Nichts gewonnen. Zunächst legte man grossen Werth auf die Zahl der ursprünglich getrennt auftretenden Knochenkerne. *E. H. Weber* [1]) hob ferner längst die Bedeutung hervor, welche neben den Knochenkernen die Zahl der Knorpelstücke haben müsse, aus denen die knorpeligen Grundlagen vor dem Eintritt der Verknöcherung bestehen, und *Bruch*

1) Meckel's Archiv. 1827. S. 281 u. 288.

stellte den Satz auf, dass im Primordialskelet die getrennt auftretenden Knorpelkerne, in den nicht präformirten Theilen aber die Knochenkerne als selbständige Knochen aufzufassen seien. Es wäre nun zu untersuchen, wie sich zu diesen verschiedenen Momenten die Zahl der getrennt auftretenden Kerne von ächter Knochensubstanz verhalten, denn die früheren Zählungen betrafen grossentheils die mehr auffällige Knorpelverkalkung. In vielen Fällen stimmt ihre Zahl allerdings mit jener der Knorpelverkalkungen überein und es ist möglich, dass bei dem diffusen Auftreten mancher periostalen Knochenschichten, und noch mehr bei nicht präformirten Knochen eine Zählung der kleinsten Anfänge kaum statthaft ist. Allein das Verhältniss bei den Wirbeln des früher erwähnten 3zölligen Rindsfötus war auffällig genug, um weitere Untersuchungen zu veranlassen. Ich sah nämlich in einer grösseren Zahl von Wirbeln je einen gefässhaltigen Knorpelkanal jederseits in den Körper eindringen, was mit der paarigen Anlage der Wirbel zusammenstimmt, während die Knorpelverkalkung um die Chorda, wie auch *Bruch* angibt, obschon sie hie und da zweilappig erschien, doch zwei getrennt auftretende Kerne nicht deutlich erkennen liess. Die vergleichende Osteologie wird die Geschichte der Entwickelung der knorpeligen Anlagen, der Knorpelverkalkung und der ächten Knochensubstanz (wozu noch die fibrösen dem Skelet zuzuzählenden Theile kommen), nicht entbehren können. Eine Reihe von fremden und eigenen Angaben in dieser Richtung hat *Bruch* bereits gesammelt. Es wird aber noch lange dauern, bis die Thatsachen zu einiger Vollständigkeit kommen, vor Allem in Betreff des Schädels[1]).

Zum Schluss mag die Andeutung erlaubt sein, dass auch die pathologische Anatomie, welche sich der bisher üblichen Auffassung der normalen Osteogenese ebenfalls angeschlossen hatte, bei einer Revision der Lehre von der Entwickelung und dem gegenseitigen Verhältnisse der Knorpel- und Knochengebilde wahrscheinlich theilweise dieselben Verhältnisse vorfinden würde, wie sie hier von der normalen Ossification auseinandergesetzt wurden. Doch ist dabei zu erinnern, dass einestheil

1) Ein Beispiel gibt das Keilbein. *Bruch* hat an die Beobachtungen von *J. F. Meckel* anschliessend bereits angeführt, dass dasselbe bei Menschen und Säugethieren aus sehr verschiedenen Bestandtheilen zusammengesetzt ist, und bezeichnet die beiden Wirbelkörper mit ihren Bögen als dem primordialen Skelet angehörig, die Pterygoidea externa und Cornua sphenoidalia als einseitige Auflagerungen, die Pterygoidea interna aber als selbständige Deckknochen. Wie schwer es aber sein wird, in Betreff der einzelnen Anfänge ächter Knochensubstanz bei verschiedenen Thieren so ins Reine zu kommen, dass weitere Schlüsse erlaubt sind, kann man abnehmen, wenn man die ausführlichen Darstellungen über die Entwickelung des menschlichen Keilbeins von *Meckel* (Deutsches Archiv 1815. S. 618) und *Virchow* (Entwickelung des Schädelgrundes 1857. S. 15) vergleicht, die übrigens schon hinsichtlich der gröberen Conformation nicht durchaus übereinstimmen. Das letztgenannte Werk zeigt jedoch zugleich, welche Folgerungen sich an dergleichen Studien anschliessen können.

Digitized by Google

die pathologischen Knochenbildungen bereits zu einem sehr grossen Theil als nicht aus Knorpel hervorgehend erkannt sind, dass anderntheils, wie es schon die Rachitis zeigt und aus den schönen Arbeiten von *Virchow*, *Förster*, *C. O. Weber* hervorgeht, hier complicirtere Verhältnisse und namentlich manchfaltigere Zwischenformen und Uebergänge vorkommen als bei der normalen intracartilaginösen Ossification.

Résumé.

1) Das intracartilaginöse Knochenwachsthum geschieht bei Menschen und Säugethieren nicht durch directen Uebergang des Knorpels in Knochensubstanz.

2) Indem die verkalkte Grundsubstanz des Knorpels streckenweise einschmilzt, werden die Knorpelhöhlen von den Markräumen des Knochens aus eröffnet.

3) In den so entstandenen Hohlräumen entsteht die Grundsubstanz des Knochens als eine neue Bildung.

4) Die sternförmigen Knochenhöhlen gehen auch hier nicht durch Porenkanalbildung aus den Knorpelhöhlen hervor, sondern entstehen dadurch, dass sternförmig auswachsende Zellen in die Grundsubstanz eingeschlossen werden.

5) Diese Grundsubstanz ist nicht je um einzelne Zellen trennbar; ihre Schichtung ist der Ausdruck der successiven Ablagerung.

6) Die Ausfüllung einzelner zuvor geöffneter Knorpelhöhlen mit Knochensubstanz, eine Art von Pseudomorphose, gibt häufig den Anschein des directen Uebergangs der Knorpel- in Knochensubstanz.

7) Durch den im jungen Knochen stattfindenden Stoffwechsel werden nicht nur die Reste der verkalkten Knorpelgrundsubstanz fast durchaus entfernt, sondern auch die zuerst gebildete, unregelmässige Knochensubstanz, während von den Markräumen her neue Knochenbälkchen erzeugt werden.

8) An einzelnen Stellen, z. B. wo sich der intracartilaginöse Ossificationsprocess schliesslich begränzt hat, bleiben constant Reste des verkalkten Knorpels übrig, welche von dem ächten Knochen wohl zu unterscheiden sind.

9) Die in den strahligen Höhlen eingeschlossenen Knochenzellen gehen aus den Knorpelzellen hervor, indem durch Wucherung junge Zellenmassen entstehen (fötales Mark), von denen ein Theil, sternförmig auswachsend, in die Knochensubstanz eingeschlossen wird, während die anderen das Mark bilden. An der Bildung jener Zellenmassen haben die

Digitized by Google

Knorpelkanäle, welche vor der Verkalkung der Grundsubstanz vorhanden sind, einen grösseren oder geringeren Antheil.

10) Bei Vögeln (Huhn) ist das intracartilaginöse Knochenwachsthum im Wesentlichen dasselbe. Der Knorpel wird nach und nach zerstört und von den so entstandenen Markräumen aus wird die Knochensubstanz neu gebildet.

11) Bei den niederen Wirbelthieren kommt derselbe Ossificationshergang wenigstens sehr häufig vor. Auch bei Polypterus ist der Typus der Ossification derselbe.

12) Das erste Auftreten ächter Knochensubstanz im Innern von Knorpel geht von den Knorpelkanälen aus. Es bilden sich in denselben osteoide Massen mit sternförmigen Zellen, welche durch Verkalken Knochen werden, während die verkalkte Knorpelsubstanz zerfällt. Dies gilt von den kurzen Knochen, z. B. den Wirbeln, Fusswurzelknochen, sowie von den Knochenkernen in den Epiphysen. Das Wachsthum dieser Knochen erfolgt dann in der zuvor angegebenen Weise.

13) Das erste Auftreten ächter Knochensubstanz an Röhrenknochen geht von dem Perichondrium aus, während der Knorpel im Innern unter Markbildung zerfällt. Dies geschieht bei Menschen nach vorheriger Verkalkung, bei Vögeln, Fröschen etc. grösstentheils ohne diese. Erst nachdem Markräume im Innern der periostalen Knochenröhren entstanden sind, beginnt auch dort ächte Knochenbildung, und das intracartilaginöse Wachsthum ist dann das früher beschriebene. Die Rippen der Menschen und Säugethiere verhalten sich wie Röhrenknochen.

14) An dem intracartilaginösen Ossificationsrande rachitischer Knochen betrifft der Mangel der Verkalkung nicht allein den Knorpel, sondern auch die neugebildete Knochensubstanz, welche Momente bisher zusammengeworfen wurden.

15) Die Form der Markräume ist bei Rachitis eine abweichende, indem nur eine unvollständige Zerstörung der ursprünglichen Knorpelmasse stattfindet.

16) Ausserdem zeigt sich häufig statt des raschen Zerfallens des Knorpels eine langsame Transformation desselben nach Art der Knorpelkanäle, welche der Ossification vorhergehen.

17) Ebenso ist häufig der Bildungshergang der neuen Knochensubstanz ein unvollkommener, lentescirender.

18) In den abnorm persistirenden Knorpelresten kommt es zur Bildung von Verdickungsschichten um die Zellen. Ein grosser Theil dessen aber, was als Porenkanalbildung in Knorpelhöhlen gedeutet wurde, ist auch hier auf die oben erwähnte Pseudomorphose durch Ausfüllung von Knorpelhöhlen mit Knochensubstanz zu beziehen.

19) Im Innern rachitischer Knochen kommt sehr ausgedehnt die Bildung einer osteogenen Substanz (kalklosen Knochensubstanz) vor. Bei höheren Graden werden hiedurch die Knochen biegsam.

Digitized by Google

20) Die rachitische Veränderung ist an denjenigen Enden der Röhrenknochen stärker ausgeprägt, wo früher Kerne in den Epiphysen auftreten.

21) In den Kernen der Epiphysen zeigen sich die verschiedenen Grade der rachitischen Ossificationsstörung sehr auffällig. Bei hohem Grade entstehen nur Höhlen im unverkalkten Knorpel, welche mit weicher, nicht osteoider Masse gefüllt sind.

22) Ein Rückschluss von rachitischen Knochen auf den normalen Ossificationshergang ist bei den manchfaltigen Abweichungen der ersteren nur in sehr beschränkter Weise zulässig.

23) Die Uebereinstimmung, welche nach den vorstehenden Erfahrungen in der Entwickelung des exquisiten Knochengewebes an verschiedenen Stellen stattfindet, fordert auf, dasselbe als eigene Form der Bindesubstanz sowohl dem Knorpel als dem exquisiten Bindegewebe gegenüberzustellen, welche beide durch Verkalkung nicht zu »ächtem Knochen« werden.

24) In chemischer Beziehung erläutert der beschriebene Hergang der intracartilaginösen Ossification das Verhältniss des Glutin zum Chondrin. Indem der glutingebende Knochen sich als neue Bildung an die Stelle des schwindenden Knorpels setzt, ist es nicht mehr nöthig eine Erklärung für den Uebergang des einen Stoffes in den anderen zu suchen.

25) Für die Lehre vom Primordialskelet ergibt sich einerseits die Folgerung, dass zwischen den knorpelig präformirt gewesenen Knochenstücken und den bisher sogenannten secundären Knochen ein wesentlicher Unterschied in der histologischen Entwickelung ihrer Substanz gar nicht existirt. Andererseits tritt in mehr morphologischer Beziehung eine bedeutende Verschiedenheit darin auf, dass die präformirten Skeletstücke einen völligen Ersatz durch eine neue Masse erleiden, also ein provisorisches Stadium besitzen, welches den nichtpräformirten Skeletstücken in dieser Weise abgeht.

26) Das knöcherne Skelet verhält sich ähnlich zum knorpeligen, wie dieses zu dem primitiven Skelet: der Chorda dorsalis.

27) Endlich erleidet die Lehre von den Ossificationspunkten, aus denen sich die Skeletstücke entwickeln, Modificationen, insofern die bisher fast allein berücksichtigten Knorpelverkalkungen von den Anfängen ächter Knochensubstanz unterschieden werden müssen.

Digitized by Google

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Längenschnitt durch den Ossificationsrand einer Phalanxepiphyse vom Kalb, in Chromsäure. Man sieht die Markräume des Knochens, welche in den Knorpel vordringen, indem dessen Höhlen theils in longitudinaler, theils in transversaler Richtung eröffnet werden. An den Wänden der Markräume lagert sich die Knochensubstanz mit den zackigen Höhlen ab, in denen theilweise die Zellen sichtbar sind. Sie erscheint zuerst als eine dünne Lamelle und füllt nach und nach die Buchten aus. In den meisten Markräumen ist das Mark weggelassen.

a. Markräume, deren Communication mit den übrigen ganz oder theilweise in der Ebene des Schnittes liegt.

b. Anscheinend geschlossene Räume, deren Communication wahrscheinlich weggeschnitten ist.

c. Grundsubstanz des Knorpels, deren Erdsalze durch Chromsäure grösstentheils entfernt sind.

d. Junges Mark, mit einem Blutgefäss.

e. Eine nur auf einer Seite von der festen Grundsubstanz umschlossene Knochenzelle.

f. Eine geöffnete Knorpelhöhle, an deren Wand eine dünne, auch im Profil sichtbare Lamelle von Knochensubstanz abgelagert ist. In dem stehen gebliebenen oberen Theil dieser Lamelle liegt eine Knochenhöhle mit ihrer Zelle, welche, von der Fläche gesehen, blass erscheint. Hiedurch entsteht der Anschein, als wenn die Knorpelhöhle ganz ausgefüllt wäre.

g. Eine theilweise ausgefüllte Höhle, deren Oeffnung an einer Seite von einer neueren Lamelle von Knochensubstanz verlegt worden ist. In dem Rest der wahrscheinlich an einer weggeschnittenen Wand noch offen gewesenen Höhle liegt eine Markzelle.

Links unten liegt ein dickeres Bälkchen, welches im Innern noch etwas Knorpelsubstanz enthält, deren Buchten von allen Seiten mit Knochensubstanz erfüllt und dadurch ausgeglichen sind.

Fig. 2. Querschnitt aus demselben Knochen wie Fig. 1, dicht hinter dem Ossificationsrand.

a. Knorpelgrundsubstanz.

b. Knochensubstanz.

Man erkennt die seitlichen Communicationen der zu Markräumen werdenden Knorpelhöhlen, sowie besonders, dass die Ablagerung der Knochenmasse an den Wänden derselben Markräume ungleichmässig erfolgt, so dass sie an manchen Stellen bereits eine gewisse Dicke erreicht, während sie an andern fehlt, wo der Einschmelzungsprocess noch im Fortschreiten begriffen ist. In der Mitte der Figur ist ein Theil der Knochenlamelle aus einem anliegenden, grösstentheils weggeschnittenen Markraum von der Fläche sichtbar.

Fig. 3. Längenschnitt durch den Ossificationsrand des Mittelstücks vom Metatarsus eines 2 Fuss langen Rindsembryo's. Die Erdsalze sind theilweise durch Chromsäure entfernt. Man sieht das Hervorgehen länglicher Markräume aus den Reihen von Knorpelhöhlen, deren seitliche Wände gleichzeitig

Digitized by Google

durchbrochen werden. Die Knorpelzellen sind zum Theil durch Zusammenfallen verändert.

a. Knorpelgrundsubstanz.
b. Knochensubstanz.
c. Zellen, welche theilweise von der Knochensubstanz umschlossen sind, im Profil gesehen.
d. Gefässhaltiges Mark.
e. Die aus Knochensubstanz bestehende Lamelle ist hier so in den Schnitt zu liegen gekommen, dass sie mit 2 Zellen (Knochenkörperchen) von der Fläche sichtbar ist. Hiedurch entsteht, wie bei *f* in Fig. 1, der Anschein, als ob die Knorpelzellen direct zu Knochenkörperchen geworden wären.
f. Ein grösseres Stückchen der neuen Knochenlamelle, in dem zackige Höhlen mit ihren Zellen theils im Profil, theils von der Fläche sichtbar sind. In einer Zelle ist der Kern deutlich.

Fig. 4. Längenschnitt durch den Ossificationsrand des Mittelstücks der Tibia von einem jungen Huhn.

a. Knorpel.
b. Verkalkter Knorpel.
c. Knochen mit Knochenkörperchen.
d. Markräume, welche leer gelassen sind.

Die Figur zeigt, wie die Knorpelverkalkung allmälig schwindet, während von den Markräumen her der ächte Knochen sich nach und nach anlagert.

Fig. 5. Ein Rest des verkalkten Primordialknorpels umgeben von ächter Knochensubstanz, aus dem Hammer eines Erwachsenen. Trockenes, geschliffenes Präparat. Man sieht 7 mit Luft gefüllte Knorpelhöhlen, deren Kapseln (Verdickungsschichten) durch ihre hellere, homogenere Beschaffenheit sich mehr oder weniger vor der übrigen Grundsubstanz des verkalkten Knorpels auszeichnen. Durch eine Gränzlinie, deren Buchten Bruchstücken anderer Knorpelhöhlen entsprechen, ist von der Knorpelverkalkung getrennt der ächte Knochen, dessen Anordnung in der zunächst liegenden, frühesten Schicht weniger exquisit ist als in den folgenden. Es ist hier zugleich ein Beispiel der successiven Anlagerung der Knochenlamellen auf eine convexe Fläche gegeben, während sie in den Haversischen Systemen in der Regel an die concave Seite erfolgt.

Fig. 6. Ein Theil der Gränze zwischen Knorpelverkalkung und Knochen aus Fig. 4 stärker vergrössert.

a. Knorpelverkalkung.
b. Knochen.

Fig. 7. 8. 9. 10. Querschnitte durch eine Rippe von einem menschlichen Fötus aus dem 3. Monate; schwach vergrössert.

Fig. 7. Querschnitt durch den vorderen, ganz knorpeligen Theil der Rippe. Der Knorpel ist durchaus kleinzellig.

Fig. 8. Schnitt am Beginn der Ossification, etwas schief geführt. Die Knorpelhöhlen sind beträchtlich vergrössert, am wenigsten die ganz in der Peripherie gelegenen, linsenförmigen Höhlen. Auf einer Seite hat die Verkalkung in der Grundsubstanz begonnen. Zugleich hat sich als erste Anlage der ächten Knochensubstanz eine schillernde Rinde an der äusseren Oberfläche des Knorpels gebildet.

Fig. 9. Die Verkalkung der Grundsubstanz zwischen den sehr grossen Knorpelhöhlen ist vollendet. Die peripherische Knochenrinde ist dicker geworden und zeigt Anfänge von Gefässkanälchen.

Fig. 10. Die verkalkte Masse im Innern ist grossentheils zerfallen und Mark an ihre Stelle getreten. Durch Verdickung der Knochenrinde am oberen und unteren Rande unter Bildung zahlreicher Haversischer Kanälchen hat die Rippe ihre flache Form erhalten.

Fig. 11. Erstes Auftreten der ächten Knochensubstanz im Os cuboideum eines Kindes.
- *a.* Knorpel, dessen Höhlen gegen den Knochenkern hin anwachsen.
- *b.* Knorpelverkalkung.
- *c.* Knorpelkanal mit weichem Inhalt.
- *d.* Erste Knochenlamelle mit sternförmigen Körperchen im Umfang des Knorpelkanals.

Fig. 12. Querschnitt durch einen Brustwirbel von einem 3zölligen Rindsembryo, schwach vergrössert.
- *a.* Knorpelverkalkung im Körper. In der Mitte ist die Chorda dorsalis mit ihrer helleren (unverkalkten) Umgebung sichtbar. Von der Wirbelhöhle tritt jederseits ein gefässhaltiger Knorpelkanal heran.
- *b.* Knorpelverkalkung in den Wirbelbögen, die Oberfläche des Knorpels bereits erreichend.

Fig. 13. Zellen mit ramificirten Fortsätzen aus der Wirbelsynchondrose eines 8zölligen Rindsembryo's.

Fig. 14. Stück vom Querschnitt des Oberschenkelknochens von einem 3zölligen Rindsembryo.
- *a.* Verkalkter Knorpel.
- *b.* Unverkalkte Rindenschicht des Knorpels mit linsenförmigen, der Oberfläche parallel gestellten Zellen.
- *c.* Rinde aus ächter Knochensubstanz.
- *d.* Periost, von welchem her die Knochenrinde wächst.

Fig. 15. Bälkchen aus der schwammigen Substanz hinter dem Ossificationsrande von einem rachitischen Knochen.
- *a.* Reste von Knorpelverkalkung.
- *b.* Aechter Knochen, dessen buchtige Gränze bei *c* noch die Form der Knorpelhöhlen trägt, deren Wände später geschwunden sind.
- *d.* Osteogene Substanz (Knochen ohne Kalk), welche sowohl auf die Knorpelverkalkung als auf den ächten Knochen aufgelagert ist. Von letzterem ist sie theils scharf geschieden, theils geht sie allmälig in denselben über (bei *x*).

Fig. 16. Stückchen vom Ossificationsrand eines rachitischen Knochen. Dasselbe zeigt einen Markraum mit vielen kleinen Ausbuchtungen, welche durch Arrosion benachbarter Knorpelhöhlen entstanden sind. Der grössere Raum wie die Ausbuchtungen sind zum grossen Theil von einem weichen Inhalt erfüllt, der an den dunkelschattirten Stellen sklerotisch geworden, aber nicht verkalkt ist. Die zackigen Körper sind theils in der weichen, theils in der sklerotischen Masse eingeschlossen. Die überall einfachen Zellen der benachbarten Knorpelhöhlen sind zusammengefallen. *a* und *b* sind Knorpelhöhlen, welche anscheinend geschlossen und mit derselben mehr oder weniger sklerosirten, zackige Körper einschliessenden (osteoiden) Masse gefüllt sind, wie die Ausbuchtungen des Markraums. Höchst wahrscheinlich jedoch bestand eine Communication derselben mit einem Markraum, welche durch den Schnitt entfernt worden ist.

Digitized by Google

Nachtrag.

A. Baur (Müller's Archiv 1857. Heft IV.) hat in neuester Zeit ebenfalls die Umwandlung des Knorpels in Knochen geleugnet und die Entstehung des letzteren durch Verknöcherung eines von den Tochterzellen der Knorpelzellen gebildeten Blastemes beschrieben. Derselbe hat sich jedoch auf die Untersuchung der Diaphyse von Röhrenknochen beschränkt und daran ähnliche Beobachtungen gemacht wie *Sharpey* und *Bruch*, dieselben jedoch den seither, namentlich durch *Virchow*, modificirten Kenntnissen über die Knochensubstanz gemäss gedeutet. Die früheren Angaben über diese Verhältnisse werden nicht erwähnt, ebensowenig die Entwickelung der Knochensubstanz an andern Stellen nachgewiesen, obschon die erwähnte Bildungsweise des Knochens als allgemein gültig hingestellt wird. Auch darin hat sich *Baur* die Sache leicht gemacht, dass er, wie früher *Tomes* und *Todd-Bowman*, die Röhren, welche den Längsreihen der Knorpelzellen entsprechen, einfach zu den concentrischen Lamellensystemen des Knochens werden lässt, so dass »einer einfachen Reihe von Knorpelzellen alle Knochenkörperchen eines Lamellensystems entsprechen.« Andere Differenzpunkte übergehend will ich nur noch bemerken, dass auch der Schlusssatz des Verfassers, »dass somit der Lehre von der Identität des Knorpels mit Knochen und Bindegewebe nun ihre wichtigste Stütze genommen ist,« mir nach einer so beschränkten thatsächlichen Grundlage nicht gerechtfertigt erscheint. Der Ausdruck »Identität« besagte stets mehr, als offenbar gemeint war, und wäre in dieser Beziehung wohl besser vermieden worden. Wenn man aber dafür den Ausdruck setzt, der auch den früheren Erfahrungen eigentlich entsprochen hätte, dass Knorpel-, Knochen- und Bindegewebszellen homolog sind und Uebergänge zwischen denselben vorkommen, so ist dies auch jetzt noch richtig, wenn es auch gerade an der von *Baur* untersuchten Stelle weniger ersichtlich ist.

Ueber die Entwickelung der Eucharis multicornis.

Von

Carl Semper.

Mit Tafel XI.

So zahlreiche und zum Theil sehr eingehende Untersuchungen wir auch über die Ctenophoren besitzen, so gering sind doch bis jetzt unsere Kenntnisse von der Entwickelungsgeschichte derselben. Selbst in der neuesten Arbeit über diese Gruppe, in den »Studien über Organisation und Systematik der Ctenophoren«[1]) von *Gegenbaur* finden wir nur die Beschreibungen einiger jüngerer Formen, durch welche jedoch wenigstens so viel festgestellt wird, dass manche Rippenquallen (Cydippidae?) einer wirklichen Metamorphose unterworfen sind. Es mag deshalb nicht ohne Interesse erscheinen, eine etwas vollständigere Reihe von Beobachtungen mitzutheilen, welche ich im Herbste 1856 in Triest über die Entwickelungsgeschichte der Eucharis multicornis anstellte; um so mehr, als durch dieselben eine ganz einfache Entwickelungsweise ohne Dazwischentreten eines Larven- oder Ammenstadiums für jene Gattung nachgewiesen wird. Zwar bleibt die Beobachtungsreihe noch immer sehr lückenhaft; ein Mangel, welcher hauptsächlich seine Erklärung findet in der abhängigen Stellung, die man Meeresströmungen, Winden, Regen, allen auf den Normalzustand des Seewassers störend einwirkenden Ursachen gegenüber einnimmt. So war es mir nicht vergönnt, durch künstliche Befruchtung eine ganz zusammenhängende Reihe der verschiedenen Entwickelungsphasen herstellen zu können; ich musste vielmehr die frei im Meere herumschwimmenden Eier auffangen und durch Aneinanderreihung der einzelnen beobachteten Stadien allmälig eine vollständige Reihe herzustellen versuchen. Dass ein derartiger Versuch einige Lücken lassen würde, war namentlich bei sehr beschränkter Zeit leicht einzusehen; dass ich diese lückenreiche Reihe veröffentliche, mag mir bei dem Interesse der Sache nicht verübelt werden.

1) Archiv für Naturgeschichte 1856.

Digitized by Google

Das ausgebildete befruchtete Ei der Eucharis multicornis lässt eine sehr dünne Eihülle erkennen, welche ziemlich weit von der eigentlichen ganz glashellen Eizelle absteht, an welcher man weder eigentliche Dottermasse noch Keimbläschen erkennen kann. Der Durchmesser des Eies mit der Eihülle beträgt etwa $\frac{1}{10}$—$\frac{1}{12}$''', der der eigentlichen Eizelle $\frac{1}{16}$—$\frac{1}{20}$'''. Die Furchung (Fig. 1 — 4) geht im Allgemeinen nach bekannter Weise vor sich; sie unterscheidet sich von allen ähnlichen durch das frühe Auftreten einer nicht sehr regelmässig begrenzten centralen Höhle, welche die erste Anlage des Magens darstellt. Ganz dasselbe Verhalten schildert *Gegenbaur* [1]) von Sagitta; ein Umstand, der mich geneigt machen würde, die vorliegenden Eier für Sagitteneier anzusprechen, wenn dies nicht durch verschiedene, später zu erwähnende Umstände mindestens sehr unwahrscheinlich gemacht würde. Man bemerkt diese Höhlung zuerst in dem Furchungsstadium mit 16 Furchungszellen (Fig. 2).

Bald, nachdem die ersten Entwickelungsstadien durchlaufen sind, während welcher die einzelnen Furchungszellen ziemlich gleich gross bleiben, bildet sich die erste Anlage des eigentlichen Embryos durch Differenzirung der Furchungszellen in zwei gesonderte Zellenlagen (Fig. 4), deren eine, die äussere, aus grösseren, ziemlich hellen Zellen besteht, durch welche die innere kleinzellige Lage als etwas dunklerer Kern hindurchschimmert. In diesem Stadium ist die centrale Höhle auf ein Minimum reducirt, doch lässt sie sich durch Compression immer noch leicht nachweisen. In dieselbe Periode fällt auch die Bildung der Mundöffnung, welche in der ersten Anlage als seichte Grube auf der Oberfläche des gefurchten Eies auftritt; diese Grube wird allmälig tiefer und dringt bald auch in die zweite Zellenschicht in der Form eines Trichters ein (Fig. 5). Gleichen Schritt mit der Ausbildung desselben hält auch die des eigentlichen Magens, dessen erste Anlage ich schon erwähnt habe, bis endlich beide bis jetzt noch gänzlich gesonderte Höhlungen zusammenstossen und so eine einzige mit der Aussenwelt communicirende Höhlung gebildet ist (Fig. 6), in der man jedoch als Andeutung einer nicht ganz gleichmässigen Ausbildung einen Vorsprung oder eine Falte findet. Allmälig geht auch diese Falte verloren und die Höhlung erlangt eine gegen die Grösse des Embryos ganz übermässige Ausdehnung (Fig. 7).

Gleichzeitig geht die Theilung der Zellen, aus denen noch immer beide Schichten des Embryos bestehen, in kleinere vor sich; namentlich bilden sich die rundlichen Zellen der äusseren Schicht sehr schnell in mehrfache Lagen sehr kleiner Zellen um, welche sich auf der äussern Oberfläche abplatten und dadurch dem Embryo einen sehr glatten Umriss verleihen, der ihm in früheren Stadien abging. Sobald diese äussere Lage aufhört sich zu verändern, fangen die Zellen der inneren Lage an, ausserordentlich zu wachsen, ohne sich jedoch, wie es scheint, dabei zu ver-

1) Ueber die Entwickelung der Sagitta. 4. Bd. d. naturf. Gesellsch. in Halle.

Digitized by Google

mehren, so dass dadurch das Lumen der Verdauungshöhle, welche vorhin einen so beträchtlichen Raum einnahm, nun auf ein sehr kleines Maass zurückgedrängt wird.

Bis dahin war noch eigentlich kein, die Ceroidennatur dieser Eier beweisender, Anhaltspunkt gegeben. In die nächste Zeit fällt aber die Bildung von Organen, welche man bisher als charakteristisch für die Gruppe der Ctenophoren angesehen hatte: ich meine die Schwimmplättchenreihen [1]). Hat sich nämlich die innere Zellenlage derartig ausgebildet, dass die Magenhöhle nur noch als kurzer Trichter aufzufinden ist, doch noch früher, als in derselben die inneren Organe anfangen sich auszubilden, so treten die Schwimmplättchen als kleine stumpfconische Erhebungen an der Oberfläche auf (Fig. 8), und lassen gleich auf den ersten Blick durch ihre achtreihige Anordnung in dem Embryo eine junge Ceroide erkennen. Die Anzahl dieser ursprünglichen Papillen ist dieselbe, wie die der Schwimmplättchen des erwachsenen Thieres, nämlich 8 in jeder Reihe; wie ihre Bildung aus den Zellen der Epidermis, welche überall wimperlos war, vor sich ging, blieb unermittelt, da mir nur ein einziges Thier in diesem Stadium zu Gebote stand, und dieses während der Beobachtung schnell zu Grunde ging. Nach und nach wachsen diese Papillen länger aus, bald fangen sie an, sich zu bewegen, und schon im Eie nehmen sie eine Form an, welche, bis auf den Unterschied in der Grösse, ganz und gar derjenigen der Schwimmplättchen des erwachsenen Thieres gleicht. In diesem Stadium beginnt das junge Thier schon selbstständige Bewegungen innerhalb der Eihülle, welche jedoch weder durch Flimmerepithel — welches allen Entwickelungsstadien ohne Ausnahme abgeht — noch durch die Muskulatur des Körpers bedingt wird, sondern ganz allein auf Rechnung dieser Schwimmplättchen zu schreiben ist.

Jetzt beginnt die Ausbildung der inneren Organe. In dem Maasse, wie sich durch die weitere Ausbildung der Schwimmplättchen eine freiere Beweglichkeit der jungen Eucharis herstellt, geht auch die Ausbildung des Trichters und der übrigen Organe vor sich. Leider sind meine Beobachtungen darüber sehr dürftig; auch möchte ich die Figur 9 nicht

1) Diese scheinen nach einer Beobachtung *Gegenbaur's* (l. c. p. 203) ihren Werth für die Charakteristik der Ctenophorengruppe einbüssen zu sollen; doch möchte es gerathen sein, ihnen immerhin noch so lange ihren systematischen Werth zu lassen, als nicht durch die Entwickelungsgeschichte des Singosoma rutilum nachgewiesen wäre, dass auch die jüngeren Formen dieses Thieres jener charakteristischen Schwimmplättchenreihen entbehren. Dass eine rückschreitende Metamorphose auch in dieser Gruppe vorkommt, scheint durch eine Cydippidenlarve, deren erste Beobachtung wir *Gegenbaur* (l. c. p. 187) verdanken, bewiesen zu sein, und es ist somit durchaus nicht unwahrscheinlich, dass hier eine Rückbildung jener Locomotionsorgane Statt gefunden hat. Sehen wir doch, dass gerade die Locomotionsorgane, namentlich in der Gruppe der Gliederthiere, mitunter ganz ausserordentlichen rückschreitenden Metamorphosen unterworfen sind.

als naturgetreu angesehen wissen, da sie aus dem Gedächtniss nach einer schlechten Skizze wieder hergestellt werden musste, nachdem mir die am Orte der Beobachtung verfertigten Originalzeichnungen verloren gegangen waren. Deshalb unterlasse ich es auch, eine schon dem Eie entschlüpfte junge Eucharis multicornis, welche durch ihre Form schon sehr an die des erwachsenen Thieres erinnert, abzubilden, da mir die nothdürftige Skizze, welche ich davon besitze, nicht genügende Anhaltspunkte zur Ausführung bietet. Noch während des Eilebens geht die Bildung des Trichters und des Nervensystemes vor sich; auch sieht man zugleich zu beiden Seiten des Trichters zwei Organe (Fig. 9 *a* u. 9 *b*) liegen, welche ganz und gar gegen die übrigen Organe abgeschlossen zu sein scheinen, deren weitere Ausbildung mir aber unbekannt geblieben ist. Der Magen hat sich ebenfalls wieder vergrössert, der Mund ist ziemlich weit und bald, noch während des Eilebens, bildet der Mundrand acht kleine Vorsprünge, die Anlagen jener Mundanhänge, welche der Gattung Eucharis eigenthümlich sind. Bald wächst auch der Körperrand am Eingange in die Trichterhöhle zu zwei kurzen, breiten Fortsätzen aus, in denen man leicht die ersten Anfänge jener colossalen Lappen erkennt, welche dem ausgebildeten Thiere zukommen und durch ihre grosse Contractilität und Beweglichkeit dem Thiere einen ausserordentlich wechselnden Charakter verleihen. In diesem Zustande verlässt die junge Rippenqualle das Ei, bis auf den Mangel des Wassergefässsystemes und die geringe Ausbildung der verschiedenen Anhänge schon ganz dem ausgewachsenen Thiere gleichend.

Dass die geschilderten Verhältnisse jede andere Deutung, als die versuchte, abweisen, geht wohl klar genug namentlich aus den letzten Entwickelungsstadien hervor; noch aber bleibt mir übrig, die Zusammengehörigkeit der ersten und letzten Stadien und die Abstammung derselben von der Eucharis multicornis nachzuweisen. Zu der Zeit, als ich die Eier mit dem Netze fischte, waren Eucharis multicornis und Cydippe brevicostata die einzigen Rippenquallen, welche im Hafen von Triest aufgefunden wurden; von diesen beiden konnte es nun die erste sein, von der jene Eier abstammten, da ich durch Vergleichung der aufgefangenen Eier mit solchen, die ich aus geschlechtsreifen Individuen der C. brevicostata erhielt, in der bedeutenden Grössenverschiedenheit beider ein sicheres Mittel erhielt, sie von einander zu trennen. Ausserdem fand ich von der letzten Ceroide nur wenige Eier frei im Meere schwimmend. Zu gleicher Zeit befand sich im Hafen von Triest eine ungeheure Menge geschlechtsreifer Sagitten, deren Species unbestimmt blieb, auf welche ich, wie schon oben erwähnt, die ersten Furchungsstadien zu beziehen geneigt wäre, wenn nicht einmal schon die geringere Grösse der Sagitteneier, dann aber auch bestimmte Unterschiede in den feineren Verhältnissen dagegen sprächen. Die gemeinschaftliche Eiweisshülle der Sagitteneier, das Fehlen einer besonderen Eihülle um jedes einzelne Ei, die Deutlichkeit

Digitized by Google

des Keimbläschens mit dem um ihn gelagerten Körnchenhofe, die ausserordentliche Regelmässigkeit der Furchungszellen; dies Alles dem Verhalten der von mir beobachteten Eier entgegengesetzt, scheint mir die Annahme, als habe hier eine Verwechselung mit Sagitteneiern stattgefunden, völlig auszuschliessen. Weniger entscheidende Anhaltspunkte habe ich für die Zusammenstellung der ersten und letzten Entwickelungsstadien, doch wird, wie ich glaube, dies gerechtfertigt durch die gleiche Grösse der Eier in allen Stadien, die gleiche Lage des Dotters in der weit abstehenden Eihülle, vor Allem aber durch das gleichzeitige Auftreten aller dieser Stadien. Namentlich scheint mir auch für eine Zusammengehörigkeit derselben der Umstand zu sprechen, dass ich niemals Eier fand, welche ich nicht entweder auf jene ausgebildeteren Formen, oder auf die Furchungsstadien hätte beziehen müssen.

So lückenhaft nun auch meine Beobachtungen geblieben sind, so geht doch, wie mir däucht, wenigstens so viel daraus hervor, dass die Gattung Eucharis weder einer Ammenzeugung, noch auch einer Metamorphose unterworfen ist. Weitere Schlüsse darauf gründen zu wollen, bleibt gewagt, zumal da wir durch *Gegenbaur's* Beobachtungen auch den Nachweis einer wirklichen Metamorphose bei manchen Rippenquallen erhalten haben. Diese Verschiedenheiten in der Entwickelungsweise so ähnlicher Gattungen, wie Eucharis und Cydippe, lassen es erwarten, in der Gruppe der Ceroiden noch auf complicirtere Entwickelungsvorgänge zu stossen, und machen es doppelt wünschenswerth, das Dunkel, welches noch über der Entwickelungsgeschichte der andern Gattungen dieser Gruppe schwebt, baldigst aufgehoben zu sehen.

Nachschrift.

Zufällig machte ich kürzlich in *v. Siebold's* Jahresbericht für niedere Thiere für 1849 (Troschel's Archiv) die Entdeckung, dass bereits 1846 von *Price*[1]) die Entwickelung einer Rippenqualle, der Cydippe pileus, den wesentlichsten Momenten nach vom ersten Anfang an bis zur vollendeten Form beschrieben worden ist. Dass diese Beobachtung bisher der Aufmerksamkeit, wie es scheint, fast aller Zoologen entgangen ist — wenigstens scheint sie *J. Müller* sowohl, als *Gegenbaur* unbekannt geblieben zu sein — dürfte seinen Grund in der Form jenes Jahresberichtes finden. Nach *Price* nimmt das junge Thier schon sehr frühe die Form des ausgewachsenen an, selbst die beiden Tentakel sind schon vorhanden und es fehlen ihm nur die Taschen, in welche jene sich zurückziehen können,

1) Reports of the British Association 1846.

und die Seitenfransen derselben. Diese Beobachtungen kann ich nach eignen Untersuchungen, welche ich kürzlich hier anzustellen Gelegenheit hatte, vollkommen bestätigen. Noch im Eie erhält der Embryo von Cydippe pileus die Schwimmplättchenreihen und die beiden Tentakeln, mit welchen er schon bald anfängt herumzutasten. Das Nervensystem mit den Gehörbläschen sowohl, wie die weite Verdauungshöhle sind auch schon sehr frühe angelegt. Larvenorgane, ähnlich denen, welche *Gegenbaur* von einer Cydippe beschreibt, sind nicht vorhanden.

Kiel den 29. November 1857.

Carl Semper.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1 bis Fig. 4. Verschiedene Furchungstadien. Man sieht in den drei letzten die centrale Höhle durchscheinen.

Fig. 5. Die Mundöffnung hat sich in Form eines Trichters gebildet.

Fig. 6. Magen und Mundöffnung sind in Verbindung getreten.

Fig. 7. Der Magen ist ganz glatt geworden und nimmt den grössten Raum des Embryo's ein.

Fig. 8. Die Schwimmplättchenreihen sind in Form von kleinen Papillen sichtbar.

Fig. 9. Junge Eucharis multicornis, dem Auskriechen nahe.

Digitized by Google

Das chemische Skelett der Wirbelthiere.

Ein physiologisch-chemischer Versuch

von

Albert von Bezold.

Die Asche eines Organismus sein chemisches Skelett zu nennen, erscheint auf den ersten Blick als ein gewagter Vergleich. Allein es ist viel Richtiges daran. Schon die Entstehung beider bietet Analogien. Was das Messer des Anatomen an dem Leichnam übrig lässt, wenn es alles ihm zugängliche weggeräumt, das bleibt als Skelett zurück; was das Feuer des Chemikers an dem Organismus verschont, wenn alles Uebrige seiner Gewalt erlegen, das nennt man seine Asche. Wenn ferner in dem Skelette die Hauptstütze, das Form- und Haltgebende für den Organismus erkannt werden muss, so lässt sich nicht verkennen, dass die anorganischen Stoffe, die im Geschöpfe vorhanden sind und die als Asche zurückbleiben, die Grundlage, das richtunggebende Element für den Stoffwechsel desselben darstellen. Etwas Wichtiges ist jedoch hier zu bedenken: Das Feuer ist mächtiger und gefährlicher als das Messer. Das chemische Skelett, die Asche, ist ein mannigfach verändertes Gebilde, dem gegenüber, wie wir uns die Aschenbestandtheile im lebenden Organismus angeordnet denken müssen. Der Process der Einäscherung löst alte Verbindungen und bringt neue zu Wege; er verjagt einzelne Glieder des Skelettes durch Reduction: z. B. Phosphor und Schwefel, eben so auch in manchen Fällen durch unvollkommene Oxydation; er fügt Anhängsel an andere Glieder, durch Oxydation. Allein die Architektonik des Ganzen leidet nicht erheblich darunter, sobald man nicht zu viel aus der Constitution der Aschen erschliessen will; die Hauptglieder werden erhalten und es giebt Mittel, durch verschiedene Methoden die man anwendet, den Verlust soviel als möglich zu decken, und den Zuwachs, wenigstens in seinen Consequenzen, auszuschliessen.

Das Bedürfniss, ein Bild von der Constitution dieses Skelettes aus den verschiedenen grossen Abtheilungen des Thierreiches zu besitzen, ist, wie ich schon früher (s. diese Zeitschrift VIII. S. 488 u. 489) hervorgehoben

Digitized by Google

habe, ein philosophisches und ein mehr praktisches. Ein philosophisches desshalb, weil wir in den Verhältnissen, nach denen den anatomischen Anordnungen chemische entsprechen, die Herrschaft unabänderlicher Gesetze zu vermuthen Grund haben; ein praktisches aus dem Grunde, weil wir durch Reihen derartiger Untersuchungen Grundlagen erhalten, auf die gestützt wir zur besseren Kenntniss der Zahlenverhältnisse, welchen die Richtung und Intensität des thierischen Stoffwechsels unterliegt, weiter fortzuschreiten vermögen. — Ich habe im Folgenden den Versuch gemacht, im Anschluss an meine Arbeit »über die Vertheilung von Wasser etc.« (diese Zeitschrift VIII.) eine Anschauung von der Vertheilung der einzelnen Aschenbestandtheile im Körper der Wirbelthiere zu geben, und einen Theil der Veränderungen zu beleuchten, welche die Anordnung derselben während der Entwickelung des Individuums durchläuft. Zu diesem Behufe lege ich die Resultate von 11 Aschenanalysen vor, die ich von Wirbelthieren verschiedener Klassen und verschiedenen Alters angestellt habe. Die Resultate, die *Bauer* (Ueber d. Gehalt d. Organ. an Wasser etc. Inaug. diss.) an der Asche der Maus erhielt, habe ich neben die meinigen gestellt, nachdem ich den Schwefel- und Chlorgehalt einer nach einer fehlerfreien Methode angestellten Correctur unterzogen habe. Die Zahlen von *Schmidt*, die derselbe für einige Aschenbestandtheile der Katze erhielt (Verdauungssäfte und Stoffwechsel) habe ich bei der Besprechung meiner Resultate zur Vergleichung benutzt.

Unvergleichbar mit den meinigen sind die Zahlen, die *Beaudrimont* und *St. Ange* durch Aschenanalysen bei Froschlarven verschiedenen Stadiums erhalten haben, da dieselben ganz unvollkommen vorgenommen wurden.

Ausserdem existiren keine Analysen der Aschen von ganzen Thierorganismen. —

Ich erfülle eine angenehme Pflicht, indem ich meinem verehrten Lehrer, Herrn Prof. *Scherer*, auf dessen Veranlassung und in dessen Laboratorium die nachfolgenden Bestimmungen vorgenommen wurden, für den gütigen Rath, den er mir im Laufe dieser Untersuchungen zu Theil werden liess, meinen innigsten Dank ausspreche.

Was nun den Gang der Analyse anlangt, der bei den folgenden Untersuchungen eingehalten wurde, so war derselbe für die meisten der untersuchten Aschen folgender:

1) Die gewogene Asche wurde mit warmem Wasser digerirt, filtrirt. Das Filtrat wurde eingedampft, geglüht und gewogen. Der Filterrückstand wurde geglüht und gewogen.

2) Der in Wasser lösliche Theil der Asche wurde, nachdem er gewogen war, wieder mit wenig Wasser gelöst, wenn nöthig nochmals filtrirt, und die erhaltene Lösung auf 100 CC. gebracht.

3) Der in Wasser unlösliche Theil der Asche wurde mit Salzsäure mehrmals gekocht, die Lösung wurde filtrirt, eingedampft, getrocknet,

Digitized by Google

um alle Kieselsäure unlöslich zu machen, mit etwas HCl befeuchtet, in heissem Wasser gelöst und warm filtrirt. Die Lösung wurde gleichfalls auf 100 CC gebracht.

4) Mit der wässrigen Lösung wurde folgendermaassen verfahren:

a) In einem genau abgemessenen Theil derselben wurde nach Ansäuerung mit Salpetersäure das Chlor durch Zusatz von $AgONO_5$ gefällt, der Niederschlag ausgewaschen, getrocknet, geglüht und gewogen.

b) In einem andern Theile wurde die Phosphorsäure mittelst Zusatz von Chlorammonium, Ammoniak und schwefelsaurer Magnesia gefällt, der Niederschlag stark geglüht (zuletzt unter Zusatz von NO_5) und gewogen.

c) In einem dritten Theile der Lösung wurde die Schwefelsäure als $BaOSO_3$ gefällt und gewogen.

d) Ein vierter Theil der Lösung wurde mit Barythydrat versetzt, filtrirt, das Filtrat mit kohlensaurem Ammon gefällt, filtrirt, das Filtrat auf dem Wasserbade eingedampft, geglüht nach Zusatz von HCl, und gewogen. Man erhielt hiedurch die Alkalien in Form von Chloralkali. Dies wurde in wenig Wasser gelöst, und durch Behandlung mit Platinchlorid und Alkohol wurde das Kali als Kaliumplatinchlorid gewogen und durch Subtraction das Chlornatrium indirect bestimmt.

5) Die salzsaure Lösung wurde behandelt, wie folgt:

e) Ein genau abgemessener Theil derselben wurde mit Ammon im Ueberschuss versetzt. Der Niederschlag auf ein Filter gebracht, mit ammoniakhaltigem Wasser ausgewaschen und in Essigsäure gelöst. Der in Essigsäure unlösliche Rückstand ergab geglüht und gewogen die Menge des phosphorsauren Eisenoxyds.

f) Die essigsaure Lösung des Ammoniakniederschlages wurde mit Oxalsäure versetzt. Der Niederschlag geglüht und gewogen ergab den an die Phosphorsäure gebunden gewesenen Kalk in Form von kohlensaurem Kalk.

g) Das Filtrat vom oxalsauren Kalk wurde eingeengt, mit Ammon versetzt und stehen gelassen. Der Niederschlag heftig geglüht und gewogen ergab die Menge der im Ammoniakniederschlag vorhanden gewesenen phosphorsauren Ammoniakmagnesia in Form von pyrophosphorsaurer Magnesia.

h) Das Filtrat der phosphorsauren Ammonmagnesia wurde nun mit SO_3MgO, NH_4Cl und NH_3 versetzt. Der Niederschlag stark geglüht und gewogen lieferte die Menge der im Ammonniederschlage an den Kalk gebunden gewesenen Phosphorsäure in Form von pyrophosphorsaurer Magnesia.

Digitized by Google

i) Im Filtrate vom ersten Ammoniakniederschlage wurde der nicht an die Phosphorsäure gebundene Kalk als opalsaurer Kalk gefällt und als kohlensaurer Kalk gewogen.

k) In einem anderen Theile der Lösung wurde die Schwefelsäure als schwefelsaurer Baryt bestimmt.

l) In einem dritten Theile der Lösung wurden Kali und Natron wie sub *d*. bestimmt.

Auf die angegebene Weise wurde die Mehrzahl der Aschen behandelt. Bei einigen anderen wurde ein einfacheres Verfahren eingeschlagen, indem die unverbrennlichen Bestandtheile vollständig in Salzsäure gelöst, und diese Lösung wie oben behandelt wurde.

Um den Schwefel- und Chlorgehalt genauer zu ermitteln, wurde eine Anzahl neuer Trocknungen vorgenommen. Die Trockensubstanzen wurden sorgfältig zerkleinert, gut gemischt, im Ganzen gewogen. In einzelnen gewogenen Theilen derselben wurden Chlor und Schwefelsäure besonders bestimmt. Zur Ermittelung des Chlorgehaltes wurde die Trockensubstanz bei nicht zu grosser Hitze verkohlt. Die Kohle wurde mit verdünnter Salpetersäure behandelt, filtrirt, und im Filtrat das Chlor als Chlorsilber bestimmt.

Zur Bestimmung des Schwefelgehaltes wurde eine gewogene Menge feinzertheilter Trockensubstanz mit salpetersaurem Natron gemischt und geschmolzen. Die geschmolzene Masse wurde in Salzsäure aufgenommen und hier die Schwefelsäure durch Chlorbaryum ausgefällt, geglüht und gewogen.

Die Kieselsäure wurde zwar in den meisten Fällen auch bestimmt, allein nie blieb nach dem Auskochen mit Salzsäure ein Rückstand, der nicht durch fremdartige Substanzen, Sand etc. verunreinigt gewesen wäre. Deshalb habe ich in Folgendem die Kieselsäure nicht berücksichtigt.

Bei der Darstellung der durch die Analyse erhaltenen directen Zahlen mache ich mit den Säugethieren den Anfang. Hier wurde die Asche 1) eines 6monatlichen menschlichen Fötus, 2) einer Parthie neugeborner weisser Mäuse, 3) einer Anzahl 14tägiger weisser Mäuse vollständig untersucht. In der ersten Asche war durch die Hitze der Muffel jedenfalls ein Theil Schwefel und Chlor verloren gegangen. Bei 2 und 3 ist der gefundene Chlorgehalt als dem wahren nahekommend anzunehmen; der Schwefelgehalt ist dagegen viel zu gering gefunden.

Ausser diesem habe ich noch die Zahlen für Schwefel und Chlor, welche *Bauer* bei der erwachsenen Maus fand, corrigirt, indem ich in einer neuen Trockensubstanz jede dieser beiden Substanzen nach der oben angegebenen Weise besonders bestimmte.

I. Säugethiere.

1) $5\frac{1}{2}$ monatlicher menschlicher Fötus.

Gewicht des Fötus = 523,405 Gr.
der Asche = 10,565 ,, Dieselbe wurde fein zertheilt und
= 1,000 ,, davon zur Analyse abgewogen.
In Wasser löslich = 0,190 ,,
unlöslich = 0,810 ,,

A. Wässrige Lösung. In 100 Theilen.

				In 100 Theilen.
1) 20 CC	lieferten	AgCl	= 0,0610 Gr.	0,0760 Cl
2) 20 CC	,,	$BaOSO_3$	= 0,0115 ,,	0,0197 SO_3
3) 20 CC	,,	$PO_5 2MgO$	= Spuren	Spuren
4) 30 CC	,,	Chloralkali	= 0,054 ,,	0,0232 KaO
5) 30 CC	,,	Platinchloridkal.	= 0,1155 ,,	0,0423 Ka
				0,0210 Na
				0,1822.

B. Saure Lösung. In 100 Theilen.

				In 100 Theilen.
1) 30 CC	ergaben	0,016	$Fe_2O_3PO_5$	0,0516 $Fe_2O_3PO_5$
18 CC	,,	0,009	,,	0,5799 $CaOPO_5$
2) 30 CC	,,	0,174	$CaOCO_2$	0,0476 $2MgOPO_5$
18 CC	,,	0,1055	,,	0,0057 $CaOSO_3$
3) 30 CC	,,	0,014	$2MgOPO_5$	0,0287 $CaOCO_2$
18 CC	,,	0,0085	,,	0,0309 KaO
4) 30 CC	,,	0,114	$2MgOPO_5$	0,0400 NaO
18 CC	,,	0,0695	,,	0,7764
5) 30 CC	,,	0,010	$CaOCO_2$	
18 CC	,,	0,006	,,	
6) 20 CC	,,	0,002	$BaOSO_3$	
7) 30 CC	,,	0,0450	Chloralkali	
30 CC	,,	0,0475	Chlorplatinkalium.	

2) Neugeborene Mäuse.

Gewicht von 14 neugeborenen Mäusen = 19,577
,, der kohlereichen Asche = 0,402
,, der in HO löslichen Bestandtheile = 0,0725
,, der in HO unlöslichen ,, = 0,2885.

A. Wässrige Lösung.

Auf 50 CC gebracht. In 50 Theilen.

				In 50 Theilen.	
1) 10 CC	gaben	AgCl	= 0,0100 Gr.	Chlor	0,0125
2) 10 CC	,,	$BaOSO_3$	= 0,002 ,,	SO_3	0,0065
3) 10 CC	,,	$2MgOPO_5$	= 0,0035 ,,	PO_5	0,0112
4) 15 CC	,,	Chloralkali	= 0,022 ,,	Kali	0,0257
15 CC	,,	Chlorplatinkal.	= 0,041 ,,	Natron	0,0075
				Natrium	0,0082
					0,0716.

B. Saure Lösung.

Auf 100 CC gebracht.				In 100 Theilen.
1) 25 CC	gaben	$Fe_2O_3PO_5$	= 0,0025	0,0100 $Fe_2O_3PO_5$
2) 25 CC	,,	$CaOCO_2$	= 0,0350	0,0784 CaO (an PO_5 geb.)
3) 25 CC	,,	$2MgOPO_5$	= 0,0020	0,0082 $2MgOPO_5$
4) 25 CC	,,	$2MgOPO_5$	= 0,0260	0,0665 PO_5 (an CaO geb.)
5) 45 CC	,,	$CaOCO_2$	= 0,0035	0,0075 $CaOCO_2$
6) 30 CC	,,	Chloralkali	= 0,0540	0,0540 KaO
30 CC	,,	Chlorplatinkal.	= 0,0865	0,0330 NaO
				0,2576
Kohlensäure, Sand, Kohle, Kieselsäure				0,0309
				0,2885.

3) 6 junge 14tägige Mäuse.

Gewicht derselben	21,306	
,, der Trockensubstanz	5,193	
,, der kohlereichen Asche	0,581	
	0,052	löslich in HO
	0,4705	unlöslich in HO
	0,0585	Kohle
	0,5810.	

A. Wässrige Lösung. 100 CC.

1) 20 CC	gaben	Chlorsilber	= 0,017 Gr.
2) 20 CC	,,	$2MgOPO_5$	= 0,002 ,,
3) 20 CC	,,	$BaOSO_3$	= Spuren
4) 30 CC	,,	Chloralkali	= 0,014 ,,
30 CC	,,	Kaliumplatinchlor.	= 0,027 ,,

B. Salzsaure Lösung. 100 CC.

1) 30 CC	gaben	$Fe_2O_3PO_5$	= 0,005 Gr.
2) 30 CC	,,	$CaOCO_2$	= 0,0685 ,,
3) 30 CC	,,	$2MgOPO_5$	= 0,0085 ,,
4) 30 CC	,,	$2MgOPO_5$	= 0,070 ,,
5) 30 CC	,,	$CaOCO_2$	= 0,008 ,,
6) 30 CC	,,	Chloralkali	= 0,051 ,,
30 CC	,,	Kaliumplatinchlor.	= 0,069 ,,

Berechnet man nun hieraus die Metalloxyde und Säuren auf 1000 Grammes Säugethier, so geben *Bauer's* und meine Untersuchungen folgende Zahlen.

Digitized by Google

Tab. I. 1 Kilogramm Säugethier enthält:

	Menschlicher Fötus.	Maus.		
		Neugeboren.	14tägig.	Erwachsen.
Chlor	1,533	0,638	0,985	0,749
Schwefelsäure . . .	?	?	?	4,565
Phosphorsäure . . .	6,052	4,389	8,638	13,871
Kalk	6,9804	4,212	6,655	7,756
Magnesia	0,346	0,148	0,476	3,936
Eisenoxyd	1,100	0,523	0,817	0,917
Kali	2,123	4,056	2,879	3,798
Natron	1,377	2,630	3,000	2,796

Reducirt man die Oxyde auf die Metalle etc. und berücksichtigt man zugleich den Gehalt an Wasser und organischer Substanz, so entsteht

Tab. II. 1 Kilogramm Säugethier enthält in Grammes:

	Menschlicher Fötus.	Maus.		
		Neugeboren.	14tägig.	Erwachsen.
Wasser	888,48	830,57	755,47	703,5
Organ. Substanz . .	92,280	152,86	221,404	260,819
Anorgan. Substanz .	19,240	16,564	23,126	35,681
In dieser				
Schwefel	0,185 (zu gering)	?	?	1,826
Chlor	1,533	0,638	0,985	0,749
Phosphor	2,690	1,951	3,717	6,165
Calcium	4,986	3,009	4,754	5,541
Magnesium	0,208	0,089	0,286	2,362
Eisen	0,386	0,183	0,286	0,322
Kalium	1,762	3,366	2,389	3,152
Natrium	1,022	1,951	2,196	2,075
Sauerstoff	6,431	5,184	8,406	13,347

Ueberblickt man die vorstehenden Zahlen und fasst man zunächst die Veränderungen ins Auge, welche die Mengen der einzelnen anorganischen Bestandtheile der Maus während des normalen Wachsthumes darbieten, so geben die vorliegenden Reihen, so lückenhaft sie sind, doch einige interessante Beziehungen zu erkennen, die um so wichtiger erscheinen, als kein erheblicher Grund entgegensteht, dieselben der Hauptsache nach auf die Säugethiere im Allgemeinen zu übertragen. Ueber die Veränderungen der Mengenverhältnisse des Schwefels während der Entwickelung können wir leider noch Nichts aussagen, da die Gelegenheit fehlte, bei den zwei ersten Stadien der Maus fehlerfreie Schwefelbestimmungen vorzunehmen.

Digitized by Google

Das Chlor zeigt im ersten Zeitraume des extrauterinen Lebens eine ziemliche Zunahme, die später in eine etwas weniger beträchtliche Abnahme umschlägt. Das erwachsene Thier ist in seinem Chlorgehalte dem neugebornen ziemlich gleich. Bei der 14tägigen Maus, wo wir mehr Chlor antreffen, ist auch der Gehalt an Natrium ein gesteigerter.

Der Gehalt an Phosphor resp. Phosphorsäure, zeigt eine sehr bedeutende fortwährende Zunahme mit fortschreitendem Alter. Bei dem 14tägigen Thiere macht er fast das doppelte, bei dem erwachsenen fast das vierfache von dem Gehalte des neugebornen Thieres aus. Schon die erste Periode des freien Wachsthums hat es sehr energisch mit der Fixirung der Phosphorsäure zu thun. Die fortwährende Aufnahme und das Festhalten der Phosphorsäure scheint bis zur Spitze des freien Wachsthums fortzudauern.

Das Gleiche ist natürlicher Weise mit dem Gehalte an alkalischen Erden der Fall. Die Menge Sauerstoff, die sie sättigt, beträgt:

		Gesammtmenge der alkal. Erden:
in 1 Kilogramm Thier beim Neugebornen	1,262 Gr.	4,360
beim 14tägigen	2,185 ,,	7,131
beim Erwachsenen	3,790 ,,	11,692.

Sie beträgt demnach beim erwachsenen Thiere absolut das dreifache von der Menge des im Neugebornen vorhandenen Sauerstoffes.

Das Verhältniss des Kalkes zur Magnesia scheint ein mit der Nahrung sehr veränderliches zu sein. Indess scheint mit fortschreitendem Alter die relative Menge der Magnesia auch unter sonst gleichen Verhältnissen zuzunehmen. Wir finden in der erwachsenen (nicht zahmen) Maus

nach *Bauer* das Verhältniss der Magnesia zum Kalke	= 1 : 2
bei den (zahmen weissen) neugebornen Mäusen	= 1 : 37
bei den 14tägigen Mäusen	= 1 : 16.

Fragen wir nach dem Verhältnisse, in dem der Sauerstoff der alkalischen Erden zum Sauerstoff der Phosphorsäure des Säugethierorganismus steht, und nach den Veränderungen, welche dies Verhältniss während des Wachsthumes erleidet, so finden wir:

	O der Erden	:	O der PO_5.
Beim neugebornen Thiere	= 1,262	:	2,438
,, 14tägigen ,,	= 2,185	:	4,921
,, erwachsenen ,,	= 3,790	:	7,706.

Man sieht, dass das Verhältniss ein ziemlich constantes bleibt. Von 1 : 2 geht es durch 1 : 2,4 zu 1 : 2 zurück.

In keinem Falle finden wir demnach die Menge der alkalischen Erden hinreichend, um die Phosphorsäure als 3basische zu sättigen; in allen Fällen beträgt die Quantität der alkalischen Erden mehr, als die 2basische Phosphorsäure zur Sättigung verlangt. Das Verhältniss steht beim neugebornen und erwachsenen Thiere gerade in der Mitte zwischen diesen

beiden Fällen. Bei der 14tägigen Maus nähert es sich dem Verhältnisse, wie es die neutralen phosphorsauern Erden darbieten, am Meisten.

Der Eisengehalt wächst mit dem Wachsthume des Individuums entschieden. Er beträgt bei der erwachsenen Maus nicht ganz das doppelte von dem Gehalte des neugeborenen Thieres. Setzen wir dagegen die organische Substanz, welche in der Einheit Thier enthalten ist = 1 Kilogramm, so erhalten wir auf 1000 Grammes organische Substanz Eisen in Grammes:

Neugeborene Maus	=	1,20
14tägige ,,	=	1,29
Erwachsene ,,	=	1,23.

Hiernach stellt sich die hübsche Thatsache heraus, dass in allen untersuchten Stadien der Maus die Menge des Eisens zur Menge der organischen Substanz in gleichem Verhältnisse steht. Mit der Zunahme der organischen Substanz hält die Zunahme im Eisengehalte gleichen Schritt.

Was endlich die Alkalien anbetrifft, so stellen sich die Verhältnisse am klarsten heraus, wenn man das Kalium und Natrium auf Ein Aequivalent reducirt. Dies geschieht am Einfachsten dadurch, dass wir die Sauerstoffmengen, welche zur Oxydirung der in der Gewichtseinheit Thier enthaltenen Alkalimetalle nöthig sind, mit einander vergleichen. Die Berechnung ergiebt, dass

			Gesammtmenge des Alkali.
1 Kilogramm Maus neugeboren hievon enthält	1,370 Gr.	=	6,686
,, ,, 14tägig ,, ,,	1,265 ,,	=	5,879
,, ,, erwachsen ,, ,,	1,367 ,,	=	6,594.

Demnach bleibt das Verhältniss der Alkalien (auf Einen Wirkungswerth bezogen) zum Gewichte des Gesammtorganismus des Säugethieres ein während des fortschreitenden Wachsthumes gleiches und constantes. Der Gehalt des Organismus an Alkali ist ein in den verschiedenen Epochen des extrauterinen Lebens unveränderlicher und gleichbleibender.

Wechselnd dagegen ist das Verhältniss des Kaliums zum Natrium:

	O des Kali	:	O des Natron.	Kali zu Natron.
Neugeborene Maus	0,690	:	0,679	4,065 : 2,630
14tägige Maus	0,490	:	0,775	2,879 : 3,000
Erwachsene Maus	0,646	:	0,712	3,798 : 2,796.

Beim neugebornen Thiere ist demnach die Menge Kali und Natron (auf Einen Wirkungswerth bezogen) einander gleich. In den ersten 14 Tagen fällt die Menge des Kali, während die Menge des Natron ansteigt; beim erwachsenen Thiere finden wir wieder dasselbe Verhältniss wie beim neugebornen.

Vergleicht man die Menge Sauerstoff, der die Alkalien sättigt, mit dem Sauerstoff der alkalischen Erden in demselben Thiere, so ergiebt sich:

Digitized by Google

	O des Alkali	:	O der alkal. Erden.		Alkali zu alkal. Erden.		
Neugeborenes Thier	1,370	:	1,262	=	6,686	:	1,360
14tägiges Thier	1,265	:	2,185	=	5,879	:	7,131
Erwachsenes Thier	1,367	:	3,790	=	6,594	:	11,692.

Beim neugebornen Thiere ist demnach die Menge der alkalischen Erden (in Bezug auf den chemischen Wirkungswerth) der Menge des fixen Alkalis gleich; während des Wachsthumes des Individuums steigt die erste so, dass sie beim erwachsenen Thiere das dreifache des letzteren ausmacht. —

Wenden wir uns nun zur Betrachtung der Aschenbestandtheile des menschlichen Foetus und vergleichen wir die hier erhaltenen Zahlen mit denen, welche die Mäuse ergaben, so sieht man auf den ersten Blick ziemliche Differenzen. Vor Allem findet man eine, ich möchte sagen grössere chemische Reife der Aschenverhältnisse, indem die Menge der alkalischen Erden beim zur Geburt unreifen Menschen diejenige der 14tägigen Maus noch übertrifft. Dies ist jedoch ganz in Uebereinstimmung mit den anatomischen Verhältnissen, indem der Mensch, wenn er vom Mutterleibe ausgeschlossen wird, eine bedeutend grössere morphologische Entwickelung zeigt, als eine eben geborene Maus.

Ferner finden wir das Chlor beim Menschen in doppelt so grosser Menge als bei der Maus vor. Der Gehalt an Alkali ist ein geringerer als wir ihn bei den Mäusen antrafen. Ferner ist das Verhältniss der alkalischen Erden zur Phosphorsäure ein bedeutend überwiegenderes, als dies die Mäuse darboten. Die Grösse des Eisengehaltes verglichen mit der Quantität der organischen Substanz im menschlichen Foetus stellt sich ungleich bedeutender heraus als bei der Maus.

Aus diesem Allen jedoch directe Schlüsse auf die Mengen der Aschenbestandtheile und ihre Beziehungen beim neugebornen und erwachsenen Menschen zu ziehen, halte ich für unerlaubt, weil ein wichtiger Vergleichungspunkt, nämlich die Kenntniss der Aschenbestandtheile von Mäuseembryonen uns ganz abgeht, und das intrauterine Leben in sehr vielen Beziehungen solche Verschiedenheiten vom freien Leben zeigt, dass manche Abweichungen in den Aschenverhältnissen, die wir oben kennen lernten, möglicherweise durch diesen einen Unterschied bedingt sind.

So viel können wir jedoch unbedingt aus der Vergleichung beider Zahlenreihen erschliessen, dass der Gehalt an Chlor und an Erdphosphaten beim Menschen denjenigen, der bei der erwachsenen Maus gefunden wurde, um ein Ziemliches übertreffen werde.

II. Vögel.

Hier wurde nur 1 Asche genauer analysirt, nämlich die eines jungen, ganz befiederten, nicht flüggen Sperlings. Ausserdem wurden die Alkalien in einem jungen flüggen Stieglitz bestimmt.

1) Junger Sperling.

Gewicht desselben = 13,165.

Gewicht der Trockensubstanz = 3,410. Sie wurde getheilt.

1) In 0,683 Gr. Trockensubstanz fand sich Chlorsilber = 0,023 Gr.

2) In 0,620 Gr. Trockensubstanz wurde gefunden SO_3BaO = 0,038 Gr.

3) In der salzsauren Lösung der Asche aus 2,050 Gr. Trockensubstanz fand sich
1) PO_5FeO_3 = 0,008 Gr.
2) $CaOCO_2$ = 0,095 ,,
3) $2MgOPO_5$ = 0,013 ,,
4) $2MgOPO_5$ = 0,080 ,,
5) Chloralkali = 0,071 ,,
6) Kaliumplatinchlorid = 0,126 Gr.
7) $CaOCO_2$ (nicht an PO_5 gebunden gewesen) = 0,0012 Gr.

2) Junger Stieglitz.

Körpergewicht = 9,590 Gr.

Es wurde in der Asche gefunden Chloralkali = 0,095 Gr.

$KPtCl_3$ = 0,171 Gr.

Aus den vorstehenden Analysen berechnen sich folgende Zahlen.

1) 1000 Grammes junger Sperling enthalten in Grammes:

Wasser	= 740,098
Organ. Substanz	= 230,832
Anorgan. Substanz	= 28,188.

In dieser letzteren

Chlor	2,187	= Chlor	= 2,187
Schwefelsäure	5,450	= Schwefel	= 2,180
Phosphorsäure	7,737	= Phosphor	= 3,438
Kalk	6,808	= Calcium	= 4,862
Magnesia	0,587	= Magnesium	= 0,350
Eisenoxyd	0,225	= Eisen	= 0,078
Kali	3,031	= Kalium	= 2,512
Natron	2,163	= Natrium	= 1,604
	28,188	Sauerstoff	10,977.

2) Junger Stieglitz. 1 Kilogramm enthält:

Kali	= 3,427	= Kalium	= 2,843
Natron	= 2,364	= Natrium	= 1,753
		+ Sauerstoff	= 1,195.

Leider gestattete es die Zeit nicht, noch die vollständige Aschenanalyse eines erwachsenen Vogels zu machen; so dass wir hier den Entwickelungsgang, den die anorganischen Bestandtheile während des Vogellebens zeigen, vollständig vermissen. Indess werden einige nähere Betrachtungen der Mengenverhältnisse, wie wir sie hier antreffen, namentlich im Vergleiche mit dem analogen Säugethierstadium nicht ganz ohne Interesse sein.

Der Chlorgehalt, verglichen mit dem der 14tägigen Maus, beträgt hier mehr als das Doppelte von letzterer. Der Schwefelgehalt ist beim Sperling ebenfalls ein sehr bedeutender, über 2 p. Mille; mehr also als der erwachsenen Maus, die 1,8 p. Mille hat. Er erreicht jedoch den von *Schmidt* für die erwachsene Katze berechneten nicht, der 2,43 p. Mille Körpergewicht ausmacht. Der Gehalt an phosphorsauren Erden ist dem bei der 14tägigen Maus gefundenen vollkommen gleich.

Das Eisen ist beim Sperling in sehr geringer Menge vorhanden.

Auf 1 Kilogramm organischer Substanz berechnen sich hier 0,33 Grammes Eisen, also der vierte Theil von der bei der 14tägigen Maus gefundenen Zahl.

	Sauerstoff des Alkali.		Gesammtmenge des Alkali.
Sperling	1,078	=	5,194
Stieglitz	1,195	=	5,791.

Hier herrscht demnach eine sehr grosse Aehnlichkeit betreffs des Alkaligehaltes mit den Säugethieren und unter sich.

Bei der 14tägigen Maus, deren Stadium dem beim untersuchten Sperling analog ist, hatten wir nämlich:

O des Alkali.	Gesammtmenge des Alkali.
1,265.	5,879.

Mit Ausnahme des Chlors und des Eisens finden wir also eine grosse Aehnlichkeit in der Zusammensetzung der Säugethier- und Vögelaschen. Dass die Veränderungen, welche der Gehalt der Vögel an den verschiedenen anorganischen Stoffen während der Entwickelung und des Wachsthums des Individuums durchläuft, ganz denen, welche wir beim Säugethiere gefunden haben, analog sein werden, ist äusserst wahrscheinlich.

III. Amphibien.

Hier habe ich im Ganzen sechs vollständige Aschenanalysen, mit Controllbestimmungen des Schwefels und Chlors angestellt. Der Analyse wurden unterzogen

I. Die Aschen von erwachsenen Eidechsen.

II. Die Aschen von Bombinator igneus von 3 verschiedenen Altersstadien.

III. Die Aschen von zwei Tritonenspezies, erwachsen.

Ich gebe zunächst sämmtliche analytischen Belege und werde dann die Berechnungen auf 1 Kilo Körpergewicht übersichtlich darstellen.

I. Lacerta viridis.

1) Analyse einiger Aschenbestandtheile aus einem Thiere von 8,444 Gr. Körpergewicht.

Die erhaltene Asche wurde in HCl gelöst. Es wurde gefunden:

Digitized by Google

1) $Fe_2O_3PO_5$ = 0,016
2) $CaOCO_2$ = 0,269
3) $2MgOPO_5$ (nach Zusatz von $MgOPO_3$) = 0,222
4) $CaOCO_2$ = 0,01125
5) Chloralkali = 0,073
6) $KPtCl_3$ = 0,1235.

2) Bestimmung des Chlors und der Alkalien aus einem Thiere von 10,205 Gr. Körpergewicht.

Gewicht der Trockensubstanz = 2,253.

1) In 0,653 Gr. Trockensubstanz wurde gefunden AgCl = 0,009 Gr.
2) In 0,460 Gr. Trockensubstanz nach Schmelzen mit $NaONO_5$ wurde gefunden = 0,027 Gr. SO_3BaO.

II. Bombinator igneus.

A. Thiere, die erst den Larvenzustand verlassen hatten.

1) Analyse der ziemlich weissgebrannten Asche aus 19,645 Gr. Fröschen.

Gewicht der Asche = 0,3850 Gr.
In HO unlöslich = 0,2770 ,,

A. Wässrige Lösung = 100 CC.

Es wurde gefunden
1) In 20 CC AgCl = 0,0145
2) In 20 CC SO_3BaO = 0,0015
3) In 20 CC $2MgOPO_5$ = 0,0060
4) In 35 CC Chloralkali = 0,032
In 35 CC $KPtCl_3$ = 0,0645.

B. Salzsaure Lösung = 100 CC.

Es wurde gefunden
1) In 25 CC $Fe_2O_3PO_5$ = 0,0025
2) In 25 CC $CaOCO_2$ = 0,0430
3) Spuren $2MgOPO_5$ (als solche in der Asche vorhanden)
4) In 25 CC (nach Zusatz von $MgOSO_3$) $2MgOPO_5$ = 0,080
5) In 25 CC Chloralkali = 0,0270
6) In 25 CC $KPtCO_3$ = 0,0450.

2) Analyse des Chlors, Schwefels und Alkalis in 3,0075 Gr. ganz jungen Thieren.

Gewicht der Trockensubstanz = 0,474.

Aus 0,127 Gr. Trockensubstanz erhielt man SO_3BaO = 0,008
Aus 0,347 Gr. Trockensubstanz erhielt man AgCl = 0,085
Chloralkali =
Kaliumplatinchlor. = 0,035
Chlorsilber aus dem Chlornatrium = 0,030.

B. Frösche 14 Tage bis 3 Wochen nach der Metamorphose.

Aus 5,550 Gr. frischem Thier wurden die Aschenbestandtheile bestimmt.

by Google

Man erhielt hieraus 1,010 Gr. bei 80° R. trockner Substanz. Hievon lieferten:

1) 0,190 Gr. SO_3BaO = 0,010 Gr.
2) 0,128 ,, AgCl = 0,0040 ,,
3) 0,692 ,, Trockensubstanz ergaben in der salzsauren Lösung ihrer Asche:

$Fe_2O_3PO_5$ = 0,003 Gr.
$CaOCO_2$ = 0,053 ,,
$2MgOPO_5$ = 0,0035 ,,
$2MgOPO_5$ = 0,0490 ,,
Chloralkali = 0,0345 ,,
$KPtCl_3$ = 0,0650 ,,

C. Erwachsene Frösche.

1) Analyse der Asche = 1,302 Gr. von 41,675 Gr. Thieren.
In HO unlöslich = 1,151 ,,
In HO lösslich = 0,150 ,,.

A. Wässrige Lösung = 100 CC.

Es fanden sich

1) In 20 CC SO_3BaO = 0,010 Gr.
2) In 20 CC AgCl = 0,0205 Gr.
3) Spuren von PO_5
4) In 30 CC Chloralkali = 0,046 Gr.
5) In 30 CC $KPtCl_3$ = 0,0855 ,,

B. Saure Lösung = 100 CC.

Es fanden sich

1) In 30 CC $Fe_2O_3PO_5$ = 0,010 Gr.
2) In 30 CC $CaOCO_2$ = 0,235 ,,
3) In 30 CC $2MgOPO_5$ = 0,029 ,,
4) In 30 CC $2MgOPO_5$ = 0,221 ,,
5) In 20 CC SO_3BaO = 0,011 ,,

NB. Alkali wurde in dieser Lösung nicht bestimmt.

2) Die Alkalien wurden bestimmt in 1 Bombinator von 6,128 Gr. Körpergewicht.

In der Asche, die in HCl gelöst wurde, ergab sich Chloralkali = 0,055 Gr.
Platinkaliumchlorid = 0,090 ,,

3) S und Cl wurden ebenfalls besonders bestimmt.

Von 3,055 Gr. Trockensubstanz, die 13,200 Gr. frischen Thieren entsprach, wurden 0,615 Gr. zur Chlorbestimmung und
0,927 Gr. zur Schwefelbestimmung verwandt

Man erhielt AgCl = 0,014 Gr.
SO_3BaO = 0,053 ,,

Digitized by Google

III. Triton igneus.

1) Analyse der weissgebrannten Asche = 0,710 Gr. aus 20,075 Gr. frischen Thieren.

A. Wässrige Lösung = 100 CC.

Es wurden erhalten

1) In 20 CC AgCl = 0,0065 Gr.
2) In 25 CC SO_3BaO = 0,0035 ,,
3) In 25 CC $2MgOPO_5$ = 0,0075 ,,
4) In 25 CC Chloralkali = 0,0305 ,,
5) In 25 CC $KPtCl_3$ = 0,0455 ,,

B. Saure Lösung = 100 CC.

Es wurde erhalten

1) PO_5FeO_3 in 25 CC = 0,004 Gr.
2) $CaOCO_2$ in 25 CC = 0,128 ,,
3) $2MgOPO_5$ in 25 CC = 0,0055 ,,
4) $2MgOPO_5$ in 25 CC = 0,103 ,,
5) Chloralkali in 25 CC = 0,020 ,,
6) $KPtCl_3$ in 25 CC = 0,040 ,,

2) Controllbestimmung von Chlor und Schwefel.

Gewicht der frischen Thiere = 10,545 Gr.
Gewicht der Trockensubstanz = 2,189 ,,

1) In 0,724 Gr. Trockensubstanz wurde gefunden AgCl = 0,0185 Gr.
2) In 0,550 Gr. Trockensubst. wurde gefunden SO_3BaO = 0,023 Gr.

IV. Triton cristatus.

Gewicht der Thiere = 13,00 Gr.
Gewicht der Asche = 0,475 ,,

A. Wässrige Lösung = 100 CC.

Es wurde gefunden

1) Chlorsilber in 20 CC = 0,007 Gr.
2) SO_3BaO in 25 CC = 0,007 ,,
3) $2MgOPO_5$ in 25 CC = 0,0075 ,,
4) Chloralkali in 25 CC = 0,0140 ,,
5) Cl_3PtK in 25 CC = 0,0335 ,,

B. Salzsaure Lösung = 100 CC.

Es wurde gefunden

1) $Fe_2O_3PO_5$ in 25 CC = 0,0060 Gr.
2) $CaOCO_2$ in 25 CC = 0,0680 ,,
3) $CaOCO_2$ in 25 CC = 0,0020 ,,
4) $2MgOPO_5$ in 25 CC = 0,0035 ,,
5) $2MgOPO_5$ in 25 CC = 0,0640 ,,
6) Chloralkali in 25 CC = 0,0195 ,,
7) $KPtCl_3$ in 25 CC = 0,0300 ,,

Aus den mitgetheilten Analysen berechnet sich Folgendes: 1 Kilogramm Amphibium enthält in Grammes:

Tab. IV.

	Lacerta viridis.	Bombinator. Jüngstes Stadium.	Bombinator. 14 Tage bis 3 Wochen alte Thiere.	Bombinator. Erwachsene Thiere.	Triton igneus.	Triton cristatus.	
Chlor	0,752	0,945	1,405	1,302	1,311	(0,661)	Chlor.
Schwefelsäure . . .	4,447	3,403	3,286	4,711	2,960	(0,738)	Schwefelsäure.
Phosphorsäure . . .	13,033	6,434	9,216	13,163	16,176	15,643	Phosphorsäure.
Kalk	18,586	4,907	7,804	10,525	14,282	12,061	Kalk.
Magnesia	unbestimmt	Spuren	0,331	0,827	0,394	0,400	Magnesia.
Eisenoxyd	1,000	0,269	0,415	0,424	0,421	0,970	Eisenoxyd.
Kali	2,818	3,568	3,287	2,825	3,253	3,761	Kali.
Natron	2,214	2,367	2,048	2,384	2,579	2,300	Natron.

Reducirt man die Oxyde und die Säuren, und ergänzt man die Reihe durch die Zahlen, welche in meinen früheren Untersuchungen für Wasser und organische Substanz gefunden wurden, so entsteht Tab. V.

Ein Kilogramm Amphibium enthält in Grammes:

Tab. V.

	Lacerta viridis.	Bombinator. Jüngstes Stadium.	Bombinator. 14 Tage bis 3 Wochen alte Thiere.	Bombinator. Erwachsene Thiere.	Triton igneus.	Triton cristatus.	
Wasser	716,020	867,020	812,980	773,210	802,10	795,70	Wasser.
Organ. Bestandtheile .	241,130	112,241	159,228	190,629	156,524	167,766	Organ. Bestandtheile.
Anorgan. Bestandtheile	42,850	19,839	27,792	36,161	41,376	36,534	Anorgan. Bestandtheile.
In diesen Chlor . .	0,752	0,945	1,405	1,302	1,311	?	In diesen Chlor.
Schwefel .	1,778	1,361	1,314	1,884	1,180	?	Schwefel.
Phosphor .	5,779	2,859	4,096	5,850	7,189	6,956	Phosphor.
Calcium .	13,275	3,505	5,575	7,517	10,201	8,610	Calcium.
Magnesium	unbestimmt	Spuren	0,198	0,496	0,236	0,240	Magnesium.
Eisen . .	0,850	0,0941	0,145	0,148	0,147	0,339	Eisen.
Kalium . .	2,336	2,960	2,724	2,341	2,696	3,117	Kalium.
Natrium .	1,642	1,756	1,519	1,768	1,918	1,706	Natrium.
Sauerstoff .	16,938	6,4655	10,809	14,855	16,599	18,611	Sauerstoff.

Digitized by Google

Halten wir bei der Prüfung der hier vorgefundenen Zahlen uns zunächst an die erwachsenen Thiere und betrachten wir zuerst den Repräsentanten der beschuppten Amphibien, so fällt auf den ersten Blick die grosse Gleichheit der hier gefundenen Zahlen mit denjenigen, die das erwachsene Säugethier darbot, in die Augen. Für den Gehalt an Chlor, Phosphorsäure, Eisen, Kali und Natron, auf 1 Gewichtseinheit Eidechse bezogen, finden wir hier fast die gleichen Zahlen, wie bei der Maus. Der Alkaligehalt ist hier allerdings ein etwas geringerer, allein der Unterschied ist sehr unbedeutend.

Ein durchaus verschiedenes ist dagegen das Verhältniss des Kalkes zur Phosphorsäure. Der O des Kalkes verhält sich zum O der PO_5 bei der Eidechse = 5 : 7, während wir bei der Maus das Verhältniss 1 : 2 antreffen. Demnach enthält 1 Gewichtseinheit Eidechse mehr alkalische Erden, als die 3basische Phosphorsäure, die in ihr vorhanden ist, zu ihrer Sättigung verlangt.

Die bei den drei erwachsenen Repräsentanten der Batrachier erhaltenen Zahlen, unter sich und mit denen bei der erwachsenen Maus und der Eidechse verglichen, ergeben Folgendes.

Der Chlorgehalt ist bei Bombinator und Triton igneus, bei denen er fehlerfrei bestimmt wurde, ein absolut gleicher. Er ist grösser als wir ihn bei Maus und Eidechse fanden, kleiner als er sich bei dem untersuchten Vogel ergab. Mit grosser Wahrscheinlichkeit lässt sich annehmen, dass die Zahl 1, 3 p. Mille den Chlorgehalt der Batrachier überhaupt darstelle.

Der Gehalt an Schwefel ist bei Bombinator dem bei der Maus und der Eidechse gefundenen vollkommen gleich. Die geschwänzten Batrachier scheinen einen geringeren Schwefelgehalt zu besitzen, als die schwanzlosen.

Den Gehalt an phosphorsauren Erden haben wir am grössten bei Triton igneus, fast eben so gross bei Triton cristatus, am kleinsten bei Bombinator gefunden, wo er dem für die Maus erhaltenen vollkommen gleich ist.

Die Differenzen bei den drei Batrachiern sind hier jedoch äusserst geringe und finden in Altersdifferenzen ihre genügende Erklärung. Untersucht man die Proportion der alkalischen Erden zu der Phosphorsäure, so findet man

	O der alkal. Erden.		zu O der PO_5.	
bei Bombinator igneus	= 3,339	:	7,313	= 1 : 2,2
Triton igneus	= 4,239	:	8,987	= 1 : 2,1
Triton cristatus	= 3,611	:	8,687	= 1 : 2,4.

Wir treffen hier somit auf dasselbe Verhältniss, wie wir es bei den Säugethieren gefunden haben. Die Menge der im Organismus enthaltenen alkalischen Erden beträgt mehr, als die im selben Organismus vorhandene

Phosphorsäure, zweibasisch gedacht, und weniger, als dieselbe Phosphorsäure als dreibasische zu ihrer Sättigung verlangt.

Das Verhältniss streift jedoch bei den Batrachiern sehr an dasjenige, welches wir in den neutralen phosphorsauren Erden finden, an.

Der Eisengehalt ist bei Bombinator und Triton igneus ein vollkommen gleicher; bei Triton cristatus beträgt er auffallender Weise gerade das Doppelte von dem bei Triton igneus vorhandenen. Sollte hierin vielleicht ein Grund der verschiedenen Pigmentirung beider Arten liegen?

Auf 1 Kilogramm organischer Substanz bezogen, beträgt die Menge Eisen in Grammes:

Bombinator igneus	=	0,78
Triton igneus	=	0,94
Triton cristatus	=	2,0.

Die Alkalien endlich zeigen bei sämmtlichen untersuchten Amphibien eine grosse Uebereinstimmung.

Der zur Oxydirung der in einem Kilogramm erwachsenes Amphibium vorhandenen Alkalimetalle nöthige Sauerstoff beträgt:

			Die Gesammtmenge d. Alkali beträgt:
bei Lacerta viridis	1,054	=	5,032
Bomb. igneus	1,100	=	5,209
Triton igneus	1,225	=	5,832
Triton cristatus	1,238	=	6,061.

Der Sauerstoff des Kali zu dem des Natron verhält sich:

		O des Kali.		O des Natron.		Kali zu Natron.		
Bei Lacerta viridis	wie	0,482	:	0,572	=	2,818	:	2,214
Bombin. igneus	,,	0,484	:	0,616	=	2,825	:	2,384
Triton igneus	,,	0,557	:	0,666	=	3,253	:	2,579
Triton cristatus	,,	0,644	:	0,594	=	3,761	:	2,300.

In den erwachsenen Amphibien ist demnach die Menge des Kali, auf gleichen Wirkungswerth bezogen, dem des Natron ungefähr gleich; im Durchschnitt beträgt die erstere etwas weniger.

Das Verhältniss der in einer Gewichtseinheit Thier vorhandenen Alkalien zu den alkalischen Erden ist, auf gleichen chemischen Wirkungswerth reducirt, bei den untersuchten erwachsenen Amphibien folgendes:

		O des Alkali verhält sich zu O der alkal. Erden.				Alkali zu alkal. Erden.		
Lacerta viridis	wie	1,054	:	5,311	=	5,032	:	18,586
Bombin. igneus	,,	1,100	:	3,339	=	5,209	:	11,352
Triton igneus	,,	1,225	:	4,239	=	5,832	:	14,676
Triton cristatus	,,	1,238	:	3,611	=	6,061	:	12,461.

Bei der Eidechse kommen demnach auf 1 Aequivalent Alkali 5 Aequivalente alkalischer Erden; bei den nackten Amphibien ist das Verhältniss wie bei den Säugethieren: Auf 1 Aequivalent Alkali finden wir circa 3 Aequivalente alkalischer Erden.

Digitized by Google

Uebersieht man die Verhältnisse, wie sie sich bei den erwachsenen nackten Amphibien vorgefunden haben, noch mit einem Blicke, so macht das Ganze den Eindruck einer grossen Gleichartigkeit in der Vertheilung der einzelnen Aschenbestandtheile, auf die Einheit Körpergewicht bezogen. Nicht zu übersehen ist ferner der Umstand, dass die Aschenconstruction des beschuppten Amphibiums weit mehr derjenigen des Säugethieres gleichkommt, als jener, wie sie die nackten Amphibien dargeboten haben.

Fassen wir nun, in ähnlicher Weise wie wir es bei den Säugethieren gethan haben, die Veränderungen ins Auge, welche die Mengenverhältnisse der einzelnen anorganischen Bestandtheile von Bombinator igneus während des Wachsthumes von dem Abwerfen des Schwanzes an bis zur Höhe der freien Entwickelung durchlaufen. Die vollständigen Analysen der Aschen von Individuen aus drei Altersstadien liegen uns vor Augen. Leider war es uns nicht vergönnt die Aschen von Larven aus verschiedenen Entwickelungsstadien zu analysiren; die Analysen ferner, welche *Beaudrimont* und *St. Ange* mit den Aschen von Froschlarven vorgenommen haben, sind viel zu unvollständig und zeigen zu sehr die Verunreinigung ihrer Aschen mit Sand an, als dass wir hieraus irgendwelche Vergleichungspunkte entnehmen könnten.

Wir müssen uns daher auch hier auf die Betrachtung der nicht embryonalen Wachsthumsverhältnisse beschränken.

Das Chlor zeigt im Anfange des ausgebildeten Lebens eine ziemliche Zunahme, die sich später in eine sehr geringe Abnahme umwandelt. Bemerkenswerth ist die Gleichheit dieser Veränderungen mit denen, welche wir bei der Maus vorfanden.

Der Gehalt an Schwefel bleibt in den ersten Wochen des Wachsthums vollkommen gleich und erfährt in den spätern Lebensperioden einige Zunahme.

Eine entschiedene beträchtliche und constante Zunahme zeigt der Gehalt an Phosphor, resp. Phosphorsäure. Er beträgt beim erwachsenen Thiere mehr als das doppelte von dem Gehalte des jüngsten Thieres. Dieselbe Zunahme und zwar in fast gleichem Verhältnisse als der Phosphor zeigen die alkalischen Erden.

Der Sauerstoff der alkalischen Erden verhält sich zum Sauerstoff der Phosphorsäure:

beim jüngsten Thiere wie	1,402	:	3,577	= 1	:	2,5
beim dreiwöchentlichen Thiere wie	2,362	:	5,120	= 1	:	2,2
beim erwachsenen Thiere wie	3,339	:	7,313	= 1	:	2,2.

Bei dem jüngsten Stadium ist wahrscheinlich der Sauerstoff für die alkalischen Erden zu gering gefunden, da die Magnesia in der kleinen Menge der Asche, die untersucht wurde, nicht bestimmt werden konnte. So finden wir beim jüngsten Stadium das Verhältniss ebenso, wie es die neutralen gewöhnlich phosphorsauren Erden darbieten. Von dem Alter

von 3 Wochen bis zum vollendeten Wachsthum bleibt das Verhältniss das gleiche, nämlich in der Mitte zwischen dem, welches der basisch phosphorsaure, und jenem, welches der gewöhnliche neutrale phosphorsaure Kalk zeigen.

Das Verhältniss der Magnesia zum Kalk anlangend, so finden wir eine relative Zunahme der ersteren gegen den letzteren mit der fortschreitenden Entwickelung verknüpft; eine Thatsache, welche wir noch in bedeutend höherem Grade bei der Maus ausgesprochen fanden.

Der Gehalt des Organismus an Eisen steigt mit fortschreitendem Wachsthum. Auf 1 Kilogramm organische Substanz kommt in Grammes Eisen:

beim jüngsten Thiere	= 0,84 Gr.
beim dreiwöchentlichen Thiere	= 0,90 Gr.
beim erwachsenen Thiere	= 0,78 Gr.

Auch hier sieht man, wiewohl mit kleinen Schwankungen verknüpft, das Verhältniss, dass der Gehalt an Eisen mit der Menge von organischer Substanz in demselben Organismus in einer sehr nahen Beziehung steht. Natürlich gilt dies nur immer für eine und dieselbe Spezies.

Wenden wir uns schliesslich zur Betrachtung der Alkalien, so ergiebt sich beim Frosche, mit der gleichen Prägnanz als beim Säugethiere, das Resultat, dass der Gehalt des Organismus an fixem Alkali mit fortschreitendem Alter des Individuums, vom Anfange bis zur Vollendung des exembryonalen Wachsthumes vollkommen gleichbleibt. Die Menge Sauerstoff, die zur Oxydirung der in 1 Kilogramme Bombinator vorhandenen Alkalimetalle nothwendig ist, beträgt:

	O des Alkali.	Gesammtmenge Alkali.
beim jüngsten Thiere	= 1,219 Gr.	= 5,935
beim dreiwöchentlichen Thiere	= 1,082 ,,	= 5,335
beim erwachsenen Thiere	= 1,100 ,,	= 5,209.

Die Schwankungen, die sich allerdings vorfinden, sind sehr geringe. Das Kali verhält sich zum Natron folgendermaassen:

	O des Kali zum O des Natron	= Kali zu Natron.
beim jüngsten Thiere	= 0,608 : 0,611	= 3,568 : 2,367
beim dreiwöchentl. Thiere	= 0,563 : 0,519	= 3,287 : 2,048
beim erwachsenen Thiere	= 0,484 : 0,616	= 2,825 : 2,384.

In den zwei ersten Stadien kommt demnach auf 1 Aequivalent Kali ein Aequivalent Natron; im letzten Stadium überwiegt das Natron, jedoch nur um ein Geringes, das Kali.

Die Menge der alkalischen Erden, auf gleichen chemischen Wirkungswerth reducirt, verglichen mit der Menge von fixem Alkali, das im Organismus vorhanden ist, verändert sich, während des Wachsthumes, folgendermaassen:

	O des Alkali zu O der alkal. Erden.	Gesammtmenge Alkali zu alkal. Erden.
Jüngstes Thier	: 1,219 : 1,402	= 5,935 : 4,907
Dreiwöchentl. Thier	: 1,082 : 2,362	= 5,335 : 8,135
Erwachsenes Thier	: 1,100 : 3,339	= 5,209 : 11,352.

Im Anfange des exembryonalen Lebens finden wir demnach in der Gewichtseinheit des Organismus, wie bei den Säugethieren, so auch hier so ziemlich gleiche Aequivalente von Alkali und alkalischen Erden, während beim erwachsenen Thiere auf 1 Aequivalent Alkali 3 Aequivalente alkalischer Erden kommen.

Vergleicht man diesen bei den Fröschen aufgefundenen Entwickelungsgang mit jenem, der sich uns bei den Mäusen zeigte, so staunt man ob der ausserordentlichen Aehnlichkeit, welche in fast jeder Beziehung zwischen beiden herrscht. Ein Resumé des Ganzen versparen wir auf das Ende der Arbeit.

IV. Fische.

In dieser Klasse wurden nur von einer Spezies die Aschenbestandtheile genauer analysirt, nämlich von einjährigen Goldfischen, Cyprinus auratus.

I. Einjähriger Cyprinus: Gewicht = 8,2025 Gr.
Gewicht der Trockensubstanz = 2,7675 Gr.

In 1,021 Grammes dieser Trockensubstanz, die mit NO_5NaO geschmolzen wurde, wurden erhalten SO_3BaO = 0,038 Grammes.

1,358 Gr. Trockensubstanz ergeben Chlorsilber = 0,011 Gr.

II. Einjähriger Cyprinus (ziemlich fett) Körpergewicht = 15,322. Die Asche in HCl gelöst ergab:

$Fe_2O_3PO_5$ = 0,008 Gr.
$CaOCO_2$ = 0,250 ,,
$2MgOPO_5$ = 0,027 ,,
$2MgOPO_5$ = 0,193 ,,
$CaOCO_2$ (nicht im Ammonniederschlage) = 0,0055 Gr.

III. Einjähriger Cyprinus Gewicht = 5,295 Gr.
Es wurde in seiner Asche gefunden Chloralkali = 0,048 Gr.
und $KPtCl_3$ = 0,091 Gr.

Es berechnet sich hieraus und aus den in meiner ersten Untersuchung gefundenen Zahlen folgende Werthe auf 1 Kilogramm Körpergewicht:

1000 Grammes Cyprinus auratus enthalten

Wasser (im Durchschnitt)	: 762,	Gr.
Organische Bestandtheile	: 207,771	Gr.
Anorganische Bestandtheile	: 30,229	Gr.

Digitized by Google

In diesen letzteren

Chlor	0,673	=	0,673	Chlor
Schwefelsäure	1,302	=	1,721	Schwefel
Phosphorsäure	9,720	=	4,320	Phosphor
Kalk	9,285	=	6,630	Calcium
Magnesia	0,634	=	0,380	Magnesium
Eisenoxyd	0,276	=	0,096	Eisen
Kali	3,320	=	2,752	Kalium
Natron	2,019	=	1,498	Natrium
			13,160	Sauerstoff.

Wenn man die vorstehenden Zahlen betrachtet, so findet man eine grosse Aehnlichkeit derselben mit denjenigen, welche wir bei der erwachsenen Maus fanden. Das Eisen ist in ziemlich geringer Menge vorhanden, Calcium, Magnesium und Phosphor erreichen nicht die Quantität, in welcher sie in der erwachsenen Maus enthalten sind, nähern sich aber derselben sehr an. Der Sauerstoff des Kali und Natron beträgt hier 1,089 Gr. p. Mille, also ebenso viel als bei der Eidechse. Chlor und Schwefel kommen in ihren Zahlen sehr denjenigen der erwachsenen Maus gleich.

Es ist nun an der Zeit, Umschau zu halten über sämmtliche Werthe, welche die Analyse für die einzelnen Aschenbestandtheile der Repräsentanten aller Wirbelthierklassen ergeben hat, und zuzusehen, ob diese Rundschau nicht zu einigen allgemeineren Sätzen, zu Gesetzen emporführe, welche die Vertheilung der anorganischen Substanzen im Organismus des Wirbelthieres beherrschen.

Wer die Zahlen, welche die vorliegenden Reihen zusammensetzen, genauer durchgesehen hat, der wird nicht verkennen, dass in der Zusammensetzung der Wirbelthieraschen Ein Typus herrscht, der sich insbesondere durch die Alkalimengen, welche in der Einheit Wirbelthier sich finden, dann im Verhältniss dieser Alkalien untereinander, endlich in den Beziehungen der Erden zu der Phosphorsäure in der Gewichtseinheit Thier, auf das Prägnanteste kundgiebt. Die folgenden Betrachtungen werden dies besser veranschaulichen.

Stellt man zuerst die Mengen der fixen Alkalien nebeneinander, welche in die Gewichtseinheit des Wirbelthierorganismus eingehen, so ergeben sich folgende Zahlen.

1 Kilogramm Wirbelthier enthält in Grammes:

	Kali u. Natron.		Sauerstoff, an die Alkalien gebunden.
Maus	6,594	=	1,367
Stieglitz	5,791	=	1,195
Eidechse	5,030	=	1,054
Bombinator	5,832	=	1,100
Triton igneus	5,832	=	1,225
Triton cristatus	6,016	=	1,238
Cyprinus auratus	5,339	=	1,089.

Digitized by Google

Der Gehalt an fixen Alkalien ist demnach bei sämmtlichen untersuchten Wirbelthieren ein fast vollkommen gleicher. Er schwankt zwischen sehr engen Grenzen. Die Menge Alkali beträgt im Durchschnitte etwas mehr als ½ pCt. von dem Gewichte des Körpers. Die Lebenserscheinungen, die Ernährung und der Stoffwechsel des Wirbelthieres, gleichviel von welcher Klasse, geht demnach unter der Mitwirkung immer der gleichen Mengen von Alkali vor sich. Es ist diese Thatsache bei der grossen Verschiedenheit des Wassergehaltes etc. der verschiedenen Thiere jedenfalls eine sehr bemerkenswerthe, und die Uebereinstimmung, die sämmtliche von mir angestellte Analysen ergeben haben, ist ein Bürge dafür, dass hier wirklich ein Gesetz sich vorfinde, das auf die Wirbelthiere im Allgemeinen seine Anwendung hat.

Grosse Uebereinstimmung zeigt ferner das Verhältniss des Kali zum Natron, wie es in der Einheit Körpergewicht bei den Wirbelthieren sich vorfindet. Es verhält sich nämlich:

	Kali	:	Natron.	O des Kali	:	O des Natron.
bei Maus wie	3,7	:	2,7	0,646	:	0,712
Stieglitz	3,4	:	2,3	0,584	.	0,511
Lacerta	2,8	:	2,2	0,482	:	0,572
Bombinator	2,8	:	2,3	0,484	:	0,616
Triton igneus	3,2	:	2,5	0,557	:	0,666
Triton cristatus	3,7	:	2,3	0,644	:	0,594
Cyprinus auratus	3,3	:	2,0	0,568	:	0,521
Im Durchschnitte	3,2	:	2,3	0,566	:	0,597.

Im Durchschnitte kommt demnach auf 1 Aequivalent Natron, das in einem Wirbelthierorganismus enthalten ist, 1 Aequivalent Kali. Schwankungen in dieser Beziehung kommen nach der einen und der andern Seite in geringem Grade vor und zwar bei einander sehr nahe stehenden Thieren, während andere, entfernter stehende, wieder die grösste Uebereinstimmung in dieser Beziehung darbieten.

Wendet ma nsich nun zur Betrachtung der Mengenverhältnisse, welche die Phosphorsäure und die Erden bei den Wirbelthieren darbieten, so finden sich folgende Summen der PO_5 u. Erden bei den einzelnen Repräsentanten der verschiedenen Klassen:

Schmidt fand für 1 Kilogr. erwachsene Katze Erdphosphate u. Eisen = 51,02 Gr.

Bauer	,,	,,	,,	erwachsene Maus Erdphosphate		= 25,663	,,
Ich selbst	,,	,,	,,	Lacerta viridis	,,	= 31,589	,,
,,	,,	,,	,,	Bombinator igneus	,,	= 24,515	,,
,,	,,	,,	,,	Triton igneus	,,	= 30,832	,,
,,	,,	,,	,,	Triton cristatus	,,	= 28,104	,,
,,	,,	,,	,,	Cyprinus auratus	,,	= 19,639	,,

Es ist allerdings unmöglich in dieser Beziehung, die rein vom Alter des Thieres und von den Bedingungen seiner Ernährung abhängig zu sein

Digitized by Google

scheint, Vergleichungen zwischen den einzelnen Wirbelthierklassen anzustellen, weil uns namentlich von den Thieren, die ich zur Untersuchung benutzte, der Taufschein fehlt. Eine ungefähre Durchschnittszahl lässt sich jedoch gewinnen, und hier scheint uns die Zahl 30 p. Mille die für das erwachsene Wirbelthier von mittlerem Alter in den meisten Fällen wohl zutreffende zu sein. Die Grenzwerthe für diese Beziehungen, sowie der Einfluss, den etwa die Thierklasse auf dieselben haben möge, sind nach der geringen Zahl der Untersuchung vollkommen unbekannt.

Zu berücksichtigen ist für die oben angegebenen Zahlen, dass diese, die Summen der in den Aschen gefundenen Phosphorsäure und der daselbst gefundenen alkalischen Erden ausdrückend, durchaus nicht jener Zahl entsprechen, welche für das Gewicht der im lebendigen Organismus als solche vorhandenen phosphorsauren Erden gilt, da hier sämmtliche Phosphorsäure des Organismus, auch die an die Alkalien gebundene, mit eingerechnet ist. Ein grosser Fehler wird jedoch hiebei nicht begangen.

Das Gleiche ist auch für folgende Betrachtung zu berücksichtigen, wo wir das Verhältniss der in der Wirbelthierasche befindlichen Phosphorsäure zu den in der Asche vorhandenen alkalischen Erden näher ins Auge fassen.

Es ergiebt sich:

	O der alkal. Erden		verhält sich zu O der Phosphorsäure.		
Erwachsene Maus wie	3,790	:	7,706	=	1 : 2,1
Lacerta viridis	5,311	:	7,224	=	1 : 1,3
Bombinator	3,339	:	7,313	=	1 : 2,2
Triton igneus	3,390	:	8,987	=	1 : 2,1
Triton cristatus	3,611	:	8,687	=	1 : 2,4
Cyprinus auratus	2,909	:	5,400	=	1 : 1,8

Bei denjenigen Wirbelthieren, die keine Hautverkalkung besitzen, schwankt demnach das Verhältniss zwischen 1 : 2,1 und 1 : 2,4. Das Mittel ist hier das Verhältniss 1 : 2,25. Bei den Wirbelthieren ohne Hautverkalkung ist demnach mehr Kalk vorhanden als die gewöhnlichen neutralen phosphorsauren Salze haben. Er reicht jedoch nicht hin, damit sämmtliche Phosphorsäure des Organismus zum basisch phosphorsauren Salz gesättigt werde. Bei Cyprinus, wo wir bereits eine Hautverkalkung auftreten sahen, sind fast hinreichend viel alkalische Erden vorhanden, um alle im Organismus befindliche Phosphorsäure zum basischen Salze zu sättigen. Die Rechnung verlangt das Verhältniss 1 : 1,66, während die Analyse das Verhältniss 1 : 1,8 giebt.

Lacerta zeigt das Verhältniss 1 : 1,4, es ist hier also mehr Kalk vorhanden, als die Phosphorsäure zur Sättigung als basisches Salz verlangt.

Die Proportion der fixen Alkalien zu den phosphorsauren Erden des Organismus ist, wie es die frühern Tabellen ergeben, dem absoluten Gewichte nach im Mittel 5,5 : 30. Die Menge fixen Alkalis be-

Digitized by Google

trägt demnach im Durchschnitt mehr als ⅙ vom Gewichte der phosphorsauren Erden der Asche.

Der **Eisen**gehalt der erwachsenen Wirbelthiere beträgt:

	Auf 1 Kilogr. Körpergewicht	für 1 Kilogr. organ. Substanz.
Bei der Maus	0,322 Gr.	1,2 Gr.
Lacerta viridis	0,350 ,,	1,4 ,,
Bombinator	0,148 ,,	0,7 ,,
Triton igneus	0,147 ,,	0,9 ,,
Triton cristatus	0,339 ,,	2,0 ,,
Cyprinus auratus	0,096 ,,	0,4 ,,

Der Gehalt an Eisen bietet demnach ziemliche Schwankungen dar, die keine Regelmässigkeit erkennen lassen. Das Maximum zeigt Lacerta viridis, wo auf 100,000 Theile Körpergewicht 35 Theile Eisen kommen; das Minimum Cyprinus auratus, welcher in 100,000 Theilen seines Gewichtes 9 Theile Eisen enthält. Verschiedene Arten einer Gattung zeigen ferner grosse Unterschiede im Eisengehalte, während wieder Individuen entfernter Klassen gleichen Eisengehalt darbieten.

Was nun die Vertheilung des **Schwefels** im Wirbelthierreiche anlangt, so sind die Zahlenreihen, die wir hier aufstellen können, noch ziemlich unvollkommen.

Schmidt fand für die erwachsene Katze S	= 2,4
Ich für die erwachsene Maus	= 1,8
jungen Sperling	= 2,1
Lacerta viridis	= 1,7
Bombinator	= 1,8
Triton igneus	= 1,2
Cyprinus auratus	= 1,7.

Im Ganzen treffen wir auf ziemliche Gleichheit: die Grenzen sind 1,2 und 2,4. Bei den meisten finden wir die Mittelzahl, nämlich 1,7.

Der **Chlorgehalt** für die erwachsenen Wirbelthiere zusammengestellt ist folgender.

1 Kilogramm Katze hat	1,51	Gr. Chlor
Maus	0,749	,,
Lacerta	0,752	,,
Bombinator	1,302	,,
Triton	1,311	,,
Cyprinus	0,673	,,

Im Chlorgehalte können wir hienach kein Charakteristikum für die einzelnen Thierklassen, oder für den Aufenthalt (in Wasser oder zu Land) der einzelnen Individuen erkennen. Er scheint von den jeweiligen Nahrungsverhältnissen, unter denen die Thiere stehen, sehr abhängig zu sein. —

Die folgenden Sätze dürften die wichtigsten Ergebnisse der vorhergegangenen Betrachtung in sich zusammenfassen:

1) Die Vertheilung der anorganischen Substanzen im Körper der Wirbelthiere zeigt einen einzigen übereinstimmenden Typus. Dieser Typus ist durch folgende Hauptmerkmale bezeichnet:

2) Bei allen untersuchten Wirbelthieren ist der Gehalt an fixen Alkalien in der Einheit Körpergewicht so ziemlich ein und derselbe. Im Durchschnitt beträgt derselbe 5,5 p. Mille Körpergewicht.

3) Das Verhältniss des Kali zum Natron in der Einheit Körpergewicht ist mit sehr geringen Schwankungen bei sämmtlichen erwachsenen Wirbelthieren ein und dasselbe. Im Durchschnitt kommt auf jedes Aequivalent Kali, das in der Einheit Körpergewicht enthalten ist, ein Aequivalent Natron.

4) Die Summe der Phosphorsäure und der Erden in der Gewichtseinheit Wirbelthier beträgt bei den erwachsenen Individuen mittleren Alters 30 p. Mille. Dies Verhältniss ist jedoch bedeutenden Schwankungen je nach Nahrungs- und Altersumständen ausgesetzt; Schwankungen, deren Grenzwerthe noch unbekannt sind.

5) Das Verhältniss der alkalischen Erden zu der Phosphorsäure in der Gewichtseinheit des Organismus ist bei den Wirbelthieren, welche keine Hautverkalkung besitzen, ein sehr übereinstimmendes. Im Durchschnitte kommen hier auf 1 Aequivalent Phosphorsäure 2,2 Aequivalente alkalischer Erden. Bei den Wirbelthieren mit Hautskelett dagegen überwiegt die relative Menge der alkalischen Erden dies Verhältniss mehr oder weniger. Grenzwerthe sind hier nicht anzugeben.

6) Die Mengen von Chlor, Schwefel und Eisen in der Gewichtseinheit Wirbelthier zeigen erhebliche Schwankungen, die weniger durch die anatomische Construction der verschiedenen Wirbelthiere, als vielmehr durch die Einflüsse der Nahrung und des Wohnortes der einzelnen Individuen bedingt erscheinen.

Für das Chlor kann die Zahl 1,3 p. Mille
für den Schwefel die Zahl 1,7 p. Mille
für das Eisen die Zahl 1,14 p. Mille

als die vorläufigen Durchschnittszahlen gelten.

7) Aus dem Allen geht hervor, dass man aus der Zusammensetzung der Asche eines Wirbelthieres durchaus kei-

Digitized by Google

nen Schluss auf die Klasse, welcher das Thier angehörte, machen kann.

Schliessen wir an diese Sätze gleich die wichtigsten von jenen an, die für die Entwickelungsveränderungen der Aschenbestandtheile des Wirbelthierorganismus resultiren, so ergiebt sich aus den beiden an der Maus und an den Batrachiern angestellten Versuchsreihen folgendes.

8) Während des exembryonalen Wachsthumes des Wirbelthierindividuums erleidet ein Theil der Aschenbestandtheile gewisse Veränderungen in seinen Mengenverhältnissen, ein anderer Theil bleibt unverändert.

9) Die Veränderungen sind bei den Säugethieren und bei den Batrachiern vollkommen gleich. Ihre Hauptmomente sind:

a) Ein Wachsthum des Gehaltes an Chlor in der ersten Lebensperiode, das sich später in einige geringe Abnahme umwandelt.

b) Ein allmähliges geringes Wachsthum des Schwefelgehaltes.

c) Ein entschiedenes beträchtliches und andauerndes Wachsthum des Gehaltes an Phosphorsäure und alkaschen Erden, wobei das Verhältniss der Phosphorsäure zu den alkalischen Erden im Ganzen gleichbleibt, die Menge Magnesia aber gegenüber der Menge des Kalkes zunimmt. Dies Wachsthum der Erdphosphate ist bedeutend intensiver, als die Zunahme der organischen Verbindungen in der Einheit Körpergewicht.

d) Ein fortwährendes Steigen des Eisengehaltes, welches mit der Zunahme des Organismus an organischen Substanzen gleichen Schritt hält.

10) Der Gehalt des Organismus an fixem Alkali erleidet während des Wachsthums des Individuums weder eine Zunahme, noch Abnahme, so dass das Körpergewicht immer die gleiche Function von der Menge Alkali, die der Organismus enthält, darstellt.

Die Alkalien bilden demnach das constante, das unveränderliche Element in der Constitution des chemischen Skelettes der Wirbelthiere. Der Wassergehalt des Organismus vermindert sich mit dem Alter; die Menge von organischen Bestandtheilen nehmen zu, alle übrigen anorganischen Bestandtheile zeigen Wachsthum, zeigen Veränderung mit der fortschreitenden Entwickelung des Individuums. Alle diese Verhältnisse zeigen grosse Schwankungen, grosse Verschiedenheiten bei den verschiedenen Wirbelthieren. Nur die Alkalien sind, mag das Individuum alt

Digitized by Google

sein, oder neugeboren, mag es Fisch oder mag es Vogel sein, immer in demselben Verhältnisse zum Körpergewichte vorhanden. —

Dies sind die Hauptergebnisse unserer Untersuchungen an den Wirbelthieren. Sie sind allerdings sehr lückenhaft und erregen viel mehr neue Fragen, als sie befriedigen, indess haben wir doch in ihnen ein ungefähres Bild von der Constitution des chemischen Skelettes im Wirbelthierreiche, und von den Veränderungen dieses Skelettes mit dem Wachsthum gewonnen; ein Bild, das als Grundlage für weitere Untersuchungen dienen mag.

Es wäre nun wünschenswerth, ähnliche Bilder von der Constitution der Aschen der übrigen grossen Typen des Thierreiches vor sich zu hahaben, um Vergleiche anzustellen und insbesondere um die Frage zu beantworten, ob einem grösseren Organisationsplane immer ein ganz bestimmter, von den übrigen verschiedener Plan in der Zusammensetzung der Aschen entspräche. Allein dies ist vor der Hand frommer Wunsch. Ich habe in dem ungeheuren Gebiete der Wirbellosen an einem einzigen Individuum eine vollständige Aschenanalyse gemacht, nämlich an der Asche von einem erwachsenen Arion empyricorum, einer Nacktschnecke, deren Resultate ich als Anhang hierherzustellen mir erlaube.

Arion empyricorum. Gewicht des Thieres = 27,090 Gr.
Gewicht der Asche = 0,790 Gr.

Die Asche war reich an Kohle.

1) Wässerige Lösung = 100 CC.

Es wurde gefunden:

In 20 CC Chlorsilber	= 0,017 Gr.
In 20 CC SO_3BaO	= 0,013 ,,
In 30 CC Chloralkali	= 0,026 ,,
In 30 CC $KPtCl_3$	= 0,065 ,,

2) Sauere Lösung = 100 CC.

Es wurde gefunden:

$Fe_2O_3PO_5$ in 25 CC = 0,005 Gr.
$CaOCO_2$ in 25 CC = 0,1365 (Kalk im Ammonniederschlag)
$2MgOPO_5$ in 25 CC = 0,003 Gr.
$CaOCO_2$ in 25 CC (Filtrat vom Ammonniederschlag) 0,080
$2MgOPO_5$ in 25 CC = 0,065 Gr.
Chloralkali in 25 CC = 0,0245 Gr.
Kaliumplatinchlorid = 0,0560 Gr.

1000 Grammes Thier enthalten demnach in Grammes:

Wasser	888,64
Organische Bestandtheile	71,432
Anorganische Bestandtheile	30,948.

Digitized by Google

In diesen

Chlor	0,782	=	0,782 Chlor
Schwefelsäure	0,822	=	0,328 S
Phosphorsäure	6,780	=	3,013 P
Kalk (an PO_5 gebunden)	11,288	} =	12,687 Ca
Kalk (nicht an PO_5 geb.)	6,615		
Magnesia (an PO_5 geb.)	0,159	=	0,095 Mg
Eisenoxyd	0,389	=	0,136 Eisen
Kali	3,134	=	2,598 Kalium
Natron	0,980	=	0,727 Natrium
			10,482 = Sauerstoff.

Hierzu sind noch 4,725 Gr. Kohlensäure zu zählen, die dem freien Kalke entsprechen.

Wir finden in diesen Aschenverhältnissen schon grosse Abweichungen von jenen, welche wir bei den Wirbelthieren vorfanden: vor Allem das Auftreten des kohlensauren Kalkes neben dem phosphorsauren; dann die Verhältnisse der Alkalien zu einander. Während wir bei den Wirbelthieren gleiche Aequivalente Kali und Natron in den Aschen vorfanden, kömmt hier auf 2 Aequivalente Kali nicht ganz 1 Aequivalent Natron. Ferner beträgt der Gehalt des Thieres an fixem Alkali weniger, als wir bei den Wirbelthieren es fanden; dort betrug derselbe 5,5 p. Mille, hier nur 4,1 p. Mille.

In diesen Thatsachen liegen schon einige Andeutungen über die grosse, von uns früher hervorgehobene Frage, wie den verschiedenen anatomischen Typen des Thierreiches verschiedene Typen in der Anordnung und den Mengenverhältnissen ihrer unorganischen Bestandtheile entsprechen möchten, — aber weiter nichts als Andeutungen. —

Mit Bedauern darüber, dass es mir nicht vergönnt war, etwas Vollständigeres zu liefern, schliesse ich diesen Versuch, der, wenn er dazu dient, Andere zur vollkommneren Bearbeitung dieses Gegenstandes anzuregen, seinen Hauptzweck erfüllt hat.

Einige Fragen, die bei einer weiteren Bearbeitung dieses Themas zu berücksichtigen wären, und auf welche die vorliegende Arbeit unmittelbar hinführt, erlaube ich mir noch anzudeuten.

1) Welches sind die Grenzen der Schwankungen, die während der physiologischen Breite der Gesundheit durch die Nahrung, durch den Aufenthalt, durch die Gattung und das Geschlecht im Gehalte des Wirbelthierindividuums hervorgebracht werden, und in welchem gegenseitigen Verhältnisse stehen diese Einflüsse?

2) Welches sind die Veränderungen in der Menge der einzelnen Aschenbestandtheile, welche die embryonale Entwickelung des Individuums von der Furchung an bis zur Ausbildung des Fötus begleiten.

3) Welches sind die Beziehungen, welche die Mengenverhältnisse einzelner anorganischer Stoffe, z. B. der alkalischen Erden zu gewissen Gruppen von organischen Verbindungen, z. B. der leimgebenden Stoffe etc. in der Einheit des Organismus darbieten? Sind diese Beziehungen gesetzmässige und constante? Innerhalb welcher Grenzen schwanken sie?

4) Sind die grossen, typisch verschiedenen Abtheilungen des Thierreiches, durch gewisse typische Vertheilung ihrer Aschenbestandtheile in der Weise charakterisirt, dass die Betrachtung die Aschenzusammensetzung einen unmittelbaren Schluss zulässt auf die Abtheilung, der das Thier angehört? oder wird dieses letztere Moment durch rein lokale Verhältnisse, unter denen das Thier lebt, überwogen?

Digitized by Google

Zum feineren Baue der Molluskenzunge.

Von

Carl Semper.

Mit Taf. XII.

Angeregt durch den Widerspruch, welchen meine Angaben über den Bau der Zunge der Pulmonaten [1]) kürzlich durch Herrn *E. Claparède* [2]) gefunden haben, unternahm ich eine nochmalige Prüfung derselben. Dabei kam ich denn allerdings zu Resultaten, die wohl ein theilweises Zugeständniss meinerseits nöthig machen; dagegen glaube ich die wesentlichsten Punkte meiner früheren Darstellung auch jetzt noch aufrecht erhalten zu können.

In Folgendem gebe ich nun eine vergleichende Darstellung vom histologischen Baue der Molluskenzunge (d. h. der Reibplatte und der mit ihr in Verbindung stehenden Theile); eine Darstellung, die natürlich in ihrer ganzen Ausdehnung nur für die von mir untersuchten Gattungen Geltung hat und auch sicher noch mancher Erweiterung fähig ist. Dass ich überhaupt noch so ausführlich auf die aufgeworfenen Streitfragen eingehe, findet seine Erklärung in der Bedeutung, welche man dem Vorkommen des Knorpels bei den Mollusken beizulegen geneigt sein könnte und in dem Widerspruch, in welchen die *Troschel*'sche Bildungstheorie der Reibmembran mit unsern bisherigen Anschauungen von der Bildung structurloser chitinisirter Häute oder Cuticularbildungen geräth. Diesen Widerspruch suchte ich durch eine andere Theorie zu lösen, zu deren Sicherstellung mir freilich der schlagendste Beweis mangelt, nämlich die directe Beobachtung einer zeitweise statt habenden Häutung, welche zu behaupten mich die histologischen Verhältnisse der Reibplatte, deren Träger und der Zungenscheide veranlasst haben.

1) Zeitschrift f. wissenschaftl. Zool. 1856. Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Pulmonaten.

2) Anatomie u. Entwickelungsgeschichte d. Neritina fluviatilis in Müller's Archiv 1856.

Bau der Zunge.

Dieser zeigt in allen von mir untersuchten Gattungen (Doris, Aplysia, Siphonaria, Turbo, Trochus, Murex, Buccinum, Janthina, Ampullaria, Vaginulus, Limnaeus, Planorbis, Helix, Bulimus, Arion, Limax, Sepia, Loligo) ganz denselben Typus, der sich leicht durch alle Variationen hindurch verfolgen lässt. Die ganze Muskelmasse der Zunge theilt sich nämlich in zwei Theile, einen oberen und einen unteren. Der letztere besteht immer aus einer mehr oder minder grossen Zahl einzelner Muskelpaare, deren Faserrichtung meist eine sehr verschiedene ist; ich übergehe ihn ganz, da er von geringerem Interesse für die aufgeworfene Frage ist. Der obere Theil besteht in seiner höchsten Ausbildung (bei den Pulmonaten und Cephalopoden) nur aus zwei Theilen, einem horizontal liegenden und einem in zwei symmetrische Hälften getheilten Muskel, dessen Faserrichtung bei den genannten Mollusken senkrecht auf der Oberfläche des Zungenträgers steht. Das Ganze ist dann umhüllt von einer bindegewebigen dünnen Schicht, die das Epithel trägt, welches dicht unter der Reibmembran liegt.

Durch die verschiedensten Veränderungen jenes paarigen Theiles, sowohl in Bezug auf seine histologische Structur, als auch auf die gröberen Verhältnisse, entsteht nun eine Reihe von Formen, deren Verständniss sehr leicht wird, sobald man nur von einem Punkte ausgeht, der etwa in der Mitte zwischen beiden Extremen jener Reihe liegt. Einen solchen Ruhepunkt bietet der Bau der Zunge von Aplysia (Fig. 1). Auf dem verticalen Querschnitt erkennt man drei Haupttheile, einen horizontalen unpaaren Muskel (Fig. 1 *c*) und einen paarigen Theil (Fig. 1 *a*), durch welchen die eigentliche Gestalt der Zunge bedingt ist und dessen beide Hälften fast ganz von einander getrennt sind. Jeder dieser beiden Theile *a* besteht nun theils aus Knorpelmasse (Fig. 1 *d*), theils aus Muskelfasern (*g* u. *e*), an welchen man zweierlei ganz verschiedene Richtungen erkennen kann. Die Hauptmasse derselben wird von Muskelfasern gebildet, welche ungefähr senkrecht gegen die Zungenoberfläche verlaufen und zum grössten Theile parallel der (senkrechten) Schnittebene liegen. In dieser Muskelmasse eingebettet liegen ungefähr 10 isolirte horizontal verlaufende Muskelbündel (Fig. 1 *e*), von denen man auf Fig. 1 nur die Querschnitte sieht. Der knorpelige Theil besteht bei *d* fast ganz aus reinen Knorpelzellen; weiterhin ziehen zwischen sie einzelne Muskelfasern, die allmälig überhand nehmen, sodass etwa auf der Mitte des ganzen Theiles fast gar keine Knorpelzellen mehr zu sehen sind. Hier tritt also eine, wenn auch nicht sehr scharf ausgesprochene Sonderung, in eine muskulöse und eine knorpelige Partie jenes oberen Theiles der Zunge ein. Der horizontal verlaufende Muskel enthält niemals Knorpelzellen.

Von hier aus sind die Verschiedenheiten im Bau der Zunge, z. B. der Ctenobranchiata und der Pulmonata leicht zu vereinigen. Durch noch schärfere Localisation der Knorpelmasse, verbunden mit einem gleichzeitigen Abnehmen oder Verschwinden der Muskelmasse entstehen die Formen, wie sie uns bei den Ctenobranchiaten (Fig. 2 von Buccinum undatum, Fig. 3 von Murex) entgegentreten, bei welchen die Knorpelmasse den grössten oder mitunter den ganzen Theil einnimmt, welcher morphologisch dem oben näher bezeichneten Theile *aa* von Aplysia entspricht. Bei den Gattungen Buccinum, Turbo, Trochus, Murex, Siphonaria, Janthina, Doris ist dieser Knorpel gänzlich frei von allen eindringenden Muskelfasern. Beiläufig will ich hier erwähnen, dass derselbe bei Janthina bicolor aus sechsseitigen Zellen besteht, welche etwa $^{1}/_{4}'''$ lang und $^{1}/_{10}'''$ breit sind; die Dicke der Knorpelplatte wird nur von einer einzigen solchen sechsseitigen Zelle gebildet. Die Knorpelkapsel ist verhältnissmässig dünn; der Kern ziemlich klein und niemals zeigen diese Zellen eine solche endogene Zellenbildung, wie sie uns *Claparède* von verschiedenen Mollusken kennen gelehrt hat. Ganz ähnliche Knorpelzellen kommen bei demselben Thiere in dem ziemlich stark ausgebildeten Lippenknorpel vor. Der muskulöse Theil, welcher dann immer gegen das obere, äussere Ende hingedrängt wird, besteht durchweg aus dicht nebeneinander liegenden Muskelfasern, welche auch an Spirituspräparaten leicht noch als solche nachzuweisen sind.

Auf der andern Seite sehen wir die Muskelfasern immer mehr überhand nehmen und zugleich den Knorpel sich verringern. Zuerst verschwindet der isolirte Knorpelkern und es vertheilen sich die einzelnen Knorpelzellen zwischen die Lücken in der Muskelmasse, wie es bei den Gattungen Ampullaria, Vaginulus, Lymnaeus, Planorbis, Helix, Bulimus und Arion der Fall ist. Die letztern nähern sich schon viel mehr den Gattungen Limax, Sepia und Loligo, insofern nämlich bei ihnen die Knorpelzellen ausserordentlich klein werden und auch viel von ihrer Knorpelnatur verlieren. Bei den drei letztgenannten Gattungen fehlen jedoch alle Knorpelzellen und es besteht hier die Zungenbasis lediglich aus parallel laufenden Muskelfasern. Bei der Gattung Sepia kommt darin ein Gewebe vor, welches ganz dem gleicht, wie ich es weiter unten aus der Zungenscheide beschreiben werde und welches ich ebenfalls für muskulös halten möchte; doch war es nicht gut genug conservirt, um darüber Etwas mit Sicherheit festzustellen. Mit dieser stärkeren Entwickelung der Muskelfasern tritt auch eine mehr oder minder weitgehende Vereinigung der beiden getrennten Theile *aa* zu einem einzigen ein, sodass man dann Durchschnitte erhält, wie sie Fig. 5 von Limax maximus zeigt.

Das Zugeständniss, welches ich zu machen habe, besteht also darin, dass ich jetzt das Vorkommen von Knorpelzellen auch bei den Pulmonaten nicht mehr leugnen kann, wenngleich sich diese von echten Knorpelzellen immer noch weit genug entfernen. Trotzdem aber behaupte ich auch

Digitized by Google

jetzt noch das überwiegende Vorkommen von Muskelfasern in jenem Theile bei den meisten Pulmonaten und das ausschliessliche Vorkommen derselben ohne alle Spur von Knorpelzellen für die Gattungen Limax, Sepia und Loligo. Um hierüber zu einiger Klarheit zu kommen, muss man die Zunge frisch untersuchen, da in dem Zerfallen der Muskelfasern in einzelne Bruchstücke ein treffliches Mittel gegeben, diese auf das Sicherste nachzuweisen. Hat man sich dann durch Vergleichung frischer, gekochter und in Spiritus aufbewahrter Thiere an die Veränderungen gewöhnt, welche die Rindenschicht der Muskelfasern durch verschiedene Behandlung erleidet, so hält es nicht schwer, sich an Spiritusexemplaren z. B. von Vaginulus, Ampullaria etc. von dem unzweifelhaften Vorkommen zahlreicher Muskelfasern zwischen den Knorpelzellen (Fig. 6 von Vaginulus) zu überzeugen und ebenso leicht wird es dann, sich bei Arion von der Kleinheit der Knorpelzellen, bei Limax von dem gänzlichen Fehlen derselben zu vergewissern. Die Muskelfasern sind verschieden breit, je nach den verschiedenen Thieren, immer aber bedeutend breiter, als die Muskelfasern aus anderen Theilen desselben Thieres. An frischen Präparaten erkennt man deutlich ein feines Sarcolemma und die beiden Schichten, in deren innerer die länglichen Kerne liegen. Jede einzelne Muskelfaser entspricht einer einzigen Zelle; sie durchsetzt die ganze Dicke der Muskelschicht und endigt sowohl oben wie unten mit einem sich verbreiternden Ende (Fig. 6 *a*), in welchem mitunter der Kern liegt. Niemals biegt sich eine solche Muskelfaser oben um, und ebenso wenig kommen Verästelungen derselben vor. Die Knorpelzellen sind am dichtesten angehäuft in der Mitte und nehmen gegen die Oberflächen hin ab, auf welchen man immer eine deutlich polygonale Zeichnung sieht, der Ausdruck der breiten Endigungen der Muskelfasern, welche sich hier ganz dicht aneinander legen (Fig. 6).

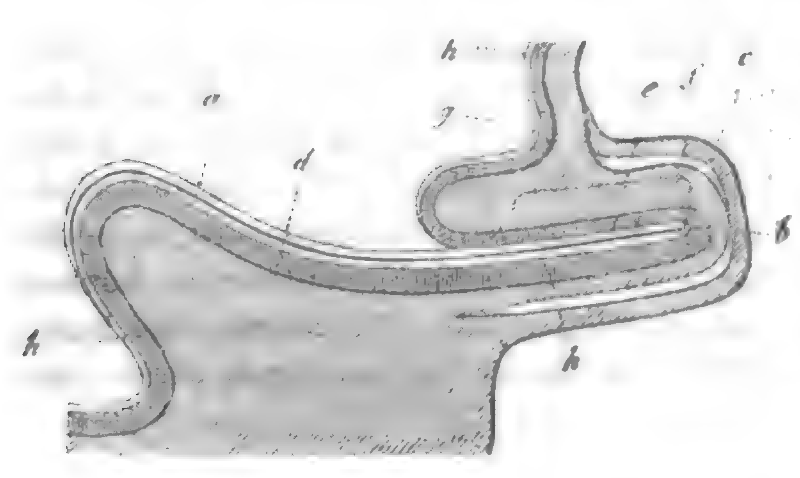
Dass wir es hier in der That mit Muskelfasern zu thun haben, davon kann man sich auch noch auf andere Weise überzeugen. Isolirt man nämlich die Zungenbasis junger Individuen, z. B. von Planorbis marginatus, und bringt sie unversehrt unter das Mikroskop, so sieht man Contractionen sowohl des ganzen Organes, als auch einzelner Theile desselben, welche nicht etwa durch Contractionen der angrenzenden Muskeln bedingt sind — denn diese verlieren durch das Zerfallen ihrer Fasern sehr schnell ihre Contractionsfähigkeit — sondern offenbar ihren Grund in den Organen selbst haben. Ob hierbei lediglich die Muskelfasern desselben wirken, oder ob sich auch die Zellen selbstständig contrahiren können, wage ich bis jetzt nicht zu entscheiden; jedenfalls würde im letzteren Falle die Deutung der Zellen als Knorpelzellen einen argen Stoss erleiden.

Digitized by Google

Bau der Zungenscheide und Bildungsweise der Reibmembran.

Der Bau der Zungenscheide ist bei allen Mollusken ein im Wesentlichen vollkommen gleicher. Auf Durchschnitten (Fig. 7 von Aplysia sp.?) sieht man zu äusserst eine muskulöse Hülle (Fig. 7 *a*), welche bei *b* mit einem Kerne in Verbindung steht, der sonst ganz frei in der von jener Hülle gebildeten Höhlung liegt und seinerseits erst die eigentliche Zungenscheide bildet. Dieser Kern lässt folgende Schichten erkennen: zu äusserst eine Muskelschicht *c*, welche das Epithel der Reibmembran *d* sammt den Zähnen trägt; die noch übrig bleibende Höhlung wird gänzlich ausgefüllt von einem Gewebe, welches *Kölliker*[1]) bindegewebig nennt, ich dagegen für wesentlich muskulös halten muss, und welches nach verschiedenen Autoren die Matrix der neu zu bildenden Zähne sein soll. An diesem mittleren Theile unterscheidet man zwei Schichten, welche immer vorhanden, aber sehr wechselnd an Dicke sind, eine innere hellere und eine äussere dunklere, welche bei Aplysia eine sehr bedeutende Dicke erlangt. Nach oben zu, dort wo bei *f* die mittlere Schicht mit dem äusseren umhüllenden Muskel in Verbindung steht, verschwindet die äussere Schicht allmälig; sie drückt die Formen der Zähne genau ab, indem sie in die zwischen den einzelnen Zähnen bestehenden Lücken Fortsätze hineinschickt.

Die Zungenpapille nun oder die Zungenmatrix (Fig. 7 *e*) endigt ziemlich dicht vor dem Ursprung der hinteren Wand des Schlundes, jedoch ohne von der Reibmembran überzogen zu sein, wie ich es früher irrthümlich angegeben habe. Das Epithel, welches dieselbe überall überzieht, geht nach oben direct über in das des Schlundes und zugleich nach unten in das Epithel, welches dicht unter der Zunge liegt. Ganz in derselben Weise stehen auch die Cuticularschichten dieser verschiedenen Abschnitte der Epithelzellenlage mit einander in Zusammenhang. Ein schematischer Längsschnitt wird dies am besten deutlich machen. In der nebenstehenden Skizze ist *a* die Reibmembran, welche bei *b* in der Zungenscheide *c* endigt; *d* ist das Epithel der Reibmembran, welches dort, wo diese bei *b* aufhört, umbiegt und in das Epithel *e* der Zungenmatrix *f* übergeht; letzteres setzt sich endlich bei *g* in das des Schlundes fort. Als äusserste Lage trägt das Epithel überall eine feine



1) *Kölliker* Mittheilungen zur vergl. Gewebelehre. Würzb. Verhandl. 1857. 1. Hft.

Cuticula *h*, welche nur an der sogenannten Zungenmatrix fehlt, und dort, wo die eigentliche Reibmembran auftritt, die Grundlage oder Grundmembran der Zähne bildet.

Das Epithel zeigt nun, je nach den verschiedenen Localitäten, grosse Verschiedenheiten. Im Schlunde finden sich Wimperzellen; im vorderen Ende der Zungenpapille sind sie eigenthümlich modificirt — worauf ich weiter unten zurückkommen werde — und tragen eine ziemlich dicke Cuticula; an der sogenannten Zungenmatrix sind sie sehr klein und ohne Cuticula und dicht hinter der Umbiegungsstelle bei *h* werden sie wieder ziemlich gross und entwickeln dann mächtige Cuticularschichten. Diese Lage hat für die aufgeworfene Frage das meiste Interesse. In der Regel — wenigstens bei den meisten der von mir bis jetzt untersuchten Mollusken — sind die Zellen dieser Partie gleich gross, doch sieht man auf gut gelungenen Durchschnitten leichte Ungleichmässigkeiten in der Dicke und zwar in der Weise, dass je einem Zahne eine geringe Verlängerung der unter ihm liegenden Zellen entspricht. Mitunter, namentlich bei kleineren Arten, ist das Epithel auch ganz glatt. Jene kleinen Hervorragungen können nun auch zu sehr grossen, bis tief in die Wurzeln der Zähne hineinragenden Papillen werden, wie dies z. B. bei Janthina bicolor der Fall ist (Fig. 7). Aehnliche, nur bedeutend kleinere Papillen kommen bei Aplysia, Loligo und Sepia vor. Sie werden bedingt durch ein Längenwachsthum der Zellen an diesen Stellen und nur an den grossen Papillen der Janthina sieht man auch an der Muskellage, welche das Epithel trägt, kleinere, jenen entsprechende Hervorragungen derselben.

Der feinere Bau der sogenannten Zungenmatrix ist mir trotz vielfacher Mühe nicht recht klar geworden. Der innere hellere Kern derselben besteht aus einer vollkommen durchsichtigen, homogenen, gelatinösen Grundsubstanz, in welcher eine Menge Fasern eingebettet liegen, die sich nach den verschiedensten Richtungen durchkreuzen (Fig. 8). Sie sind ausserordentlich wechselnd in Dicke, zeigen häufig Anschwellungen, in denen dann jedesmal ein Kern liegt, und bilden durch Anastomosen ein mehr oder minder weitmaschiges Netz, in dessen Hohlräumen sich jene Gallerte findet. Die dickeren dieser Fasern zeigen die beiden Schichten, wie sie von den Muskelfasern aus anderen Theilen bekannt sind. Bestimmte Richtungen derselben lassen sich nur an zwei Stellen auffinden, nämlich an dem vorderen Ende der Papille und an der oberen Kante, dort wo bei *f* (Fig. 6) die Verbindung mit dem äusseren umgebenden Muskel stattfindet. Hier sieht man, wie die einzelnen Muskelfasern des letzteren sich in den Kern hineinziehen und zwar treten dabei die Fasern der linken Seite auf die rechte, die der rechten auf die linke über, sodass dadurch eine Kreuzung derselben bei *f* entsteht; die einzelnen Fasern verzweigen sich dann gleichmässig nach allen Richtungen hin und gehen direct über in jene Fasern, welche ich eben beschrieben habe. Je näher man nun dem vorderen Ende der Papille kommt, um so dichter

und dicker werden die einzelnen Muskelfasern, bald nehmen sie eine bestimmte Richtung der Länge nach an, bis am vordersten Theile die homogene Grundmasse gänzlich verschwunden ist und die einzelnen Fasern dichtgedrängt gegen die Spitze zustreben. An jede derselben setzt sich eine einzige Epithelzelle an, und es scheint fast, als ob hier diese nur die Endigung der Muskelfaser sei. Die Zellen selbst sind länglich, mit einem Kern versehen und tragen eine deutliche, ziemlich dicke Cuticula, welche von der Fläche gesehen sehr fein punktirt erscheint; ob diese Punktirung von Poren herrührt, wage ich nicht zu entscheiden. Der vorderste Theil der Zelle ist ganz homogen und bricht das Licht ziemlich stark (Fig. 9).

Hier will ich eine Beobachtung einschalten, die vielleicht dazu dienen kann, die sonderbaren geschwänzten Epithelzellen, welche *Leydig* vom Magen der Paludina cinipara beschreibt, und die ich ebenfalls bei den Pulmonaten gefunden, aber als Kunstproducte angesehen hatte, zu erklären. Der Magen von Murex brandaris zeigt nämlich zu äusserst eine Ringfaserlage und darauf folgt eine homogene feinkörnige Schicht, welche von vielen parallel laufenden Fasern (Fig. 10) senkrecht durchzogen ist, die sich direct in die Epithelzellen des Magens fortsetzen. Der Kern liegt gewöhnlich in einer kleinen Anschwellung, die ganz gesondert ist von der eigentlichen Zelle, wodurch diese eine Form erhält, wie man sie auch bei andern Mollusken häufig zu sehen bekommt. Sind diese Fasern nun sehr dünn, was z. B. bei sämmtlichen Pulmonaten der Fall zu sein scheint, so reissen sie sicher leicht ab, namentlich wohl bei frischen Präparaten, und so mögen wohl jene geschwänzten Zellen entstehen. Ob man jene Fasern von Murex als Muskelfaser bezeichnen kann, muss ich dahingestellt sein lassen.

Die äussere Schicht der sogenannten Zungenmatrix bildet ganz allein die Papillen, welche zwischen die einzelnen Zähne hineinragen und von welchen nach *Kölliker* die Ausscheidung der letzteren vor sich gehen soll. Sie ist bei allen oben genannten Gattungen sehr dünn, mit Ausnahme von Aplysia (Fig. 6), und hat mich für jene in Bezug auf ihre Structur ganz im Unklaren gelassen. Bei Aplysia ist es mir nur gelungen, ihre Zusammensetzung aus grossen Zellen zu erkennen, welche von verschiedener Grösse in mehrfachen Lagen übereinander liegen und alle gegen den durchsichtigen Kern hin etwas zugespitzt sind und hier in irgend welchem Zusammenhange mit einander zu stehen scheinen. Ihr Aussehen erinnert sehr an das der Ganglienzellen; ehe sie jedoch als solche zu betrachten sind, müsste noch ihr zweifelloser Zusammenhang mit dem Nerven, welcher in die Zungenscheide eintritt[1]), nachgewiesen sein. Trotz vieler Mühe ist mir dies jedoch noch nicht möglich gewesen, festzustellen; da ich nun auf längere Zeit von solchen Arbeiten, wie die vorliegende,

1) *Troschel*, Das Gebiss der Schnecken. 1. Lief. S. 22.

Abschied nehmen muss, so kann ich nur die Hoffnung aussprechen, dass recht bald von anderer Seite her diese Lücke ausgefüllt werden möge.

Ich komme nun zur Beantwortung der vorliegenden Frage, ob nämlich die sogenannte Zungenmatrix wirklich die eigentliche Bildungsstätte der Zähne ist, oder nicht. Um dies genügend thun zu können, muss ich zunächst die Frage erledigen, auf welche Weise das Grösserwerden der einzelnen Zähne vor sich geht. Hier sind nur zwei Fälle möglich, da die Annahme, dass jeder Zahn fortwährend wachse, nicht weiter zu berücksichtigen ist. Einmal könnte man nun annehmen, dass, wie es auch *Troschel*, *Claparède* u. A. thun, die Reibmembran allmälig vorrücke und dadurch sowohl die vorderen untauglichen Zähne ersetzt würden, als auch eine Grössenzunahme der Zähne ermöglicht sei: oder man müsste eine von Zeit zu Zeit stattfindende Häutung annehmen, die letztere Annahme scheint mir die natürlichste.

Die erste Annahme stützt sich auf die, allerdings ganz wichtige Beobachtung, dass einmal die vordersten Zähne immer am Meisten abgenutzt erscheinen und dass zweitens die hintersten offenbar die am Wenigsten ausgebildeten Zähne sind. Der erste Fall namentlich beweist gar Nichts, denn daraus, dass die vordersten Zähne immer die am Meisten abgenutzten sind, folgt noch nicht, dass nothwendig ein allmäliges Vorrücken der Reibmembran stattfinden müsse; vielmehr scheint sich mir dieser Umstand auf viel leichtere, mit der Beobachtung genau übereinstimmende Weise erklären zu lassen. Der vorderste scharfe Rand der Reibmembran, der dadurch entsteht, dass sich diese aus ihrer horizontalen Lage fast unter einem Winkel 90′ nach unten umbiegt, ist die Linie, welche beim Fressen zuerst den zu benagenden Theil berührt; er steht also um die ganze Dicke des Blattes vom Rande des Oberkiefers ab, je tiefer er aber in jenes einschneidet, um so mehr nähert sich die Reibmembran dem Oberkiefer, bis sich schliesslich beide, wenn das Blatt durchschnitten ist, berühren. Hiernach sind also auch die Zähne am scharfen Rande der Zunge der geringsten, dagegen die untersten Zähne der stärksten Einwirkung von Seiten des Oberkiefers ausgesetzt, und es wird also auch die Abnutzung der einzelnen Zähne um so grösser sein müssen, je mehr man sich dem vorderen Rande der Reibmembran nähert. Diese Art und Weise der Abnutzung enthält also noch durchaus kein zwingendes Moment in sich, ein allmäliges Vorschieben der Reibmembran anzunehmen.

Ebenso wenig nöthigend zur unbedingten Annahme jener Theorie scheint mir der zweite Grund zu sein. Zwar ist es ganz richtig, dass die hintersten Zähne immer weniger ausgebildet sind, als die vorderen, doch lässt sich dies auch durch das Wachsthum der Zungenscheide nach hinten erklären. Der Abstand des hinteren Endes der Reibmembran von dem der Zungenscheide ist in allen Lebensstadien ein annähernd gleicher; die Zungenscheide selbst aber nimmt sowohl an Länge, als an Dicke bedeu-

Digitized by Google

tend zu, es muss also auch das hintere Ende der Reibmembran nothwendig sich nach hinten zu verlängern und je näher man nun dem Ende derselben kommt, um so weniger ausgebildet werden dann auch die einzelnen Zähne sein können, ohne dass man nöthig hat, ein Vorrücken der Reibmembran anzunehmen.

Beide Fälle lassen somit auch noch andere ungezwungene Deutungen zu und so lange dies der Fall ist, darf man jene Theorie wenigstens nicht als feststehend annehmen.

Direct dagegen scheint mir nun eben das Verhalten der Grundmembran der Zunge zu den Cuticularschichten der umliegenden Theile und die Structur der sogenannten Zungenmatrix zu sprechen; gerade dies scheint auch *Kölliker* veranlasst zu haben, sich gegen einen solchen Vorgang zu erklären. Wie ich schon oben angeführt habe, ist die Grundmembran der Zunge nichts weiter als die Cuticula des darunter liegenden Epithels, und fast gerade so, wie letzteres sich mit dem Epithel der benachbarten Theile, also der Schlundwandung, der seitlichen Zungentheile und des Bodens der Mundhöhle, verbindet, mit der Cuticula derselben Theile in so directem Zusammenhange, dass an ein Vorrücken derselben gar nicht zu denken ist. Wäre dies der Fall, so müsste man an irgend einer Stelle der unteren Fläche der Zunge oder des Bodens der Mundhöhle eine mächtige Cuticularfalte finden, welche um so grösser sein müsste, je älter das Thier wäre. Dies ist aber nie der Fall. An ein Vorrücken der Zähne auf der festliegenden Grundmembran ist bei der festen Verbindung beider ebenso wenig zu denken.

Dann scheint mir auch die Form der Zunge bei verschiedenen Mollusken gegen jene Theorie zu sprechen. Bei Aplysia ist jene so eigenthümlich gekrümmt, dass sich der vordere Theil der abgezogenen Reibmembran durchaus nicht in eine Fläche ausbreiten lässt, während der hintere aus der Zungenscheide herausgezogene Theil dies sehr leicht erlaubt. Bei der geringen Dehnbarkeit derselben — und selbst wenn sie auch noch so gross wäre — scheint mir nicht gut möglich, dass ihr vorderer Theil einmal in der Zungenscheide gesteckt haben sollte, da sie dann auch nicht gut die Fähigkeit verlieren könnte, sich in eine Fläche ausbreiten zu lassen; ausserdem scheint es mir unbegreiflich, wie sich der hintere breitere Theil der Reibmembran glatt über das vordere spitze Ende des Zungenträgers legen sollte. In diesem Falle müsste man wieder eine Cuticularfalte an den benachbarten Zungentheilen finden. Auch die Form, wie sie der Orbis radulae z. B. bei Neritina fluviatilis zeigt, spricht gegen jene Auffassung. Erkennt man nur den innigen Zusammenhang der Grundmembran mit den Zähnen und die Unmöglichkeit eines Vorrückens der letzteren auf jener an — und ich glaube, dass sich namentlich gegen das Letztere Niemand wird erklären können, selbst nicht Diejenigen, welche durch ihre eigene Theorie des Vorrückens der Reibmembran nothwendig zu einer solchen Annahme hätten kommen müssen — erkennt

Digitized by Google

man dies also an, so folgt daraus, dass, wenn man trotzdem das Vorrücken der ganzen Radula behaupten wollte, auf dem Orbis radulae eine scharfe Trennung zwischen den beiden zahnfreien Seitentheilen und dem zahntragenden Mitteltheile — der Radula — bemerkt werden müsste. Dies deutet *Claparède's* Zeichnung nicht an, und ich glaube auch nach dem innigen Zusammenhang, welcher bei allen von mir untersuchten Mollusken zwischen den verschiedenen Cuticularschichten herrscht, schliessen zu dürfen, dass auch bei den übrigen Cephalophoren eine ebenso innige Verbindung zwischen den einzelnen Abschnitten des Orbis radulae unter sich und mit den angrenzenden Cuticularbildungen statt hat.

Bei dieser Betrachtung habe ich noch immer das Epithel ausser Acht gelassen, welches alle Untersucher ohne Ausnahme als zu der Grundmembran der Zunge gehörig betrachten, insofern nämlich die letztere eine Ausscheidung — Cuticularbildung — der ersteren ist. Solche Cuticularbildungen bleiben immer mit den Zellen in Verbindung, durch deren ausscheidende Thätigkeit sie gebildet, so zwar, dass niemals ein seitliches Vorschieben auf dem Epithel, wohl aber ein durch neue Ausscheidungen bedingtes Abheben der älteren Schichten bewirkt wird. Ein Vorwärtsschieben der Grundmembran in der Seitenrichtung auf dem Epithel der Zunge würde danach ohne alle Analogie dastehen und ein Vorrücken der Membran mit dem Epithel selbst wird wohl Niemand annehmen wollen.

Endlich spricht auch noch die Art der Verbindung zwischen dem in der Scheide steckenden Zungentheile und der sogenannten Zugenmatrix gegen jene Theorie. Wäre sie richtig, ginge also auch die Absonderung der Zähne aus von dem Epithel der Zungenmatrix, so müsste bei dem Vorwärtsschieben der Zunge der Absonderungsprozess fortwährend unterbrochen werden, da ja durch das geringste Vorschieben die einzelnen Zähne aus ihren in der Zungenmatrix befindlichen Gruben heraus und über die Wälle hinweg gehoben werden, welche dadurch entstehen, dass die Zungenmatrix Fortsätze hineinschickt in die zwischen den Zähnen befindlichen Lücken. Ein solches zeitweiliges Unterbrechen der Absonderung scheint mir sehr unwahrscheinlich. Würde derselbe continuirlich fortschreiten, so müssten bedeutende Ungleichmässigkeiten in der Ablagerung der einzelnen Schichten gefunden werden, was jedoch nie der Fall ist, oder es müsste sich die Zunge ruckweise über jene Wälle hinweg ziehen. Dazu müssten aber besondere Apparate vorhanden sein, die jedoch nicht da sind, während ein allmäliges Vorschieben sich sehr gut durch das Wachsthum am hintersten Ende der Reibmembran erklären liesse. Auch würde eine solche Bildungsweise so einfacher Organe — blosser Cuticularbildungen — ohne alle Analogie dastehen, denn dann würden sich an der Bildung eines solchen Zahnes nothwendig alle die Lücken der Zungenmatrix betheiligen müssen, in welche derselbe auf seiner Wanderung von hinten nach vorne der Reihe nach eingetreten wäre. Nirgends sonst wo kommt etwas Aehnliches vor, es bleiben viel-

Digitized by Google

mehr alle Cuticularbildungen in directer Verbindung mit ihren Bildungszellen — wenigstens für eine Zeitlang, so lange nicht eine Häutung oder ein Abstossen an fremde Theile, wie bei den Insecteneiern, stattfindet und niemals beobachtet man ein seitliches Vorschieben solcher Cuticularmembranen auf ihrem Epithel.

Hiernach bleibt also nur übrig, zur Erklärung des Grösserwerdens der Zähne eine von Zeit zu Zeit erfolgende Häutung der Reibmembran anzunehmen, eine Annahme, welche um so gerechtfertigter erscheinen dürfte, als sie alle jene Schwierigkeiten, die der andern Theorie gegenüberstanden, auf leichte Weise wegzuräumen im Stande ist. Die nächste Folge einer solchen Annahme wäre dann auch die, dass die Reibmembran in ihrer ganzen Länge zugleich dort gebildet wird, wo sie liegt, d. h. also von dem Epithel des Zungenträgers und der Zungenscheide, und da sowohl auf dem freien als eingeschlossenen Theile der Reibmembran Zähne vorkommen, so müssten diese auch von den Epithelzellen gebildet werden, welche gerade unter ihnen liegen; oder mit anderen Worten, es könnte der sogenannten Zungenmatrix kein thätiger Antheil an der Ausscheidung der Zähne zugesprochen werden.

Diese doppelte Annahme nun erklärt alle Erscheinungen, soweit sie bekannt sind, leicht und einfach. Durch eine von Zeit zu Zeit stattfindende Häutung wird die Grössenzunahme der Zähne sehr leicht erklärt; die Art und Weise der Abnutzung der vordersten Zahnreihen findet ebenfalls ihre Begründung durch die Art der Einwirkung auf dieselben. Die Neubildung von Zähnen am hintersten Ende der Reibmembran hat ihren Grund in dem Längenwachsthum der Zungenscheide. Auch die Verbindung der Reibmembran mit den angrenzenden Cuticularschichten erscheint dadurch leicht erklärlich, da sich bei einer Häutung jedesmal die ganze Cuticula der Mundhöhle und der Zunge abstreifen wird und eine Verwachsung zwischen ungleich alten Schichten oder eine Faltenbildung, wie sie nach der anderen Theorie nothwendig hätte eintreten müssen, wegfällt, da überall die neue Cuticula gleich in ihrer ganzen Ausdehnung angelegt wird. Ferner fällt dann der Einwurf, den ich der gegnerischen Theorie aus der Form der Zunge selbst herleitete, da dann die ausgeschiedene Schicht jedesmal die Form ihrer Unterlage annimmt. Ebenso würden die seitlichen Vorschiebungen der Cuticularschichten auf dem sie ausscheidenden Epithel nicht mehr nöthig sein, da ja die jedesmalige neue Reibmembran gleich an Ort und Stelle entsteht. Endlich widerspricht meiner Auffassung auch nicht die Form der Papillen der sogenannten Zungenmatrix, da man sich sehr leicht ein schnelles Herausziehen der Zunge aus ihrer Scheide denken kann, wenn man nur jenen Papillen eine ganz passive Rolle bei der Ausscheidung der Zähne zuspricht. Zwei Punkte jedoch sind es, die man noch allenfalls meiner Ansicht entgegenhalten könnte, nämlich die Form der Zähne und jener Papillen. Es scheint auf den ersten Blick wunderbar, wie gleich grosse Zellen so ungleich-

Digitized by Google

mässige Bildungen, wie die Zähne, hervorbringen sollten; doch lässt sich dies leicht durch die Annahme erklären, dass die einzelnen Zellen verschiedene Ausscheidungsfähigkeit besitzen, eine Annahme, welche gestützt wird durch die directe Beobachtung an vielen Cuticularbildungen, z. B. den Kiefern der Mollusken, den Magenzähnen von Aplysia, den Saugnäpfen der Cephalopoden u. a. m. Vergleicht man die Epithelzellen mit den einzelnen Zacken und Spitzen der Zähne, so sind diese immer noch breiter, als jene und dass so dicht bei einander liegende Zellen so verschiedene Ausscheidungsfähigkeit besitzen sollten, ist wenigstens nicht als unmöglich zu verwerfen, da man doch selbst einzelne Zellen ganz ungleichmässige Cuticularbildungen hervorbringen sieht. Ein Beispiel dafür sind die Zähne der Froschlarven. Die Form der Papillen lässt sich auch so erklären, dass sie nur der Abklatsch der Zähne, also nur das secundäre sei; dass sie überhaupt sich so genau an die Zähne anschliessen, scheint mir einen ganz anderen Grund zu haben, den nämlich, eine möglichst feste Vereinigung zwischen der Zungenpapille und der Reibmembran herzustellen.

Endlich glaube ich noch zu Gunsten meiner Annahme die Reibmembran von Lymnaeus anführen zu können. Bei Lymnaeus vulgaris ist nämlich die Anzahl der Zwischenplatten der Radula verschieden, je nach der Grösse des Thieres; bei den kleinsten, die ich untersuchte, fand ich 5, bei nicht ganz ausgewachsenen 11 Zwischenplatten jederseits, es hatte also die Anzahl derselben in einer Querreihe 10 auf 22 zugenommen. Bedenkt man, dass die jüngsten Individuen schon bedeutend grösser waren, als der Embryo zur Zeit der Anlage der Zunge, die ältesten aber noch nicht erwachsen waren, so ist die Annahme gewiss nicht zu gewagt, dass die Anzahl der Zwischenplatten des erwachsenen Thieres mindestens 3—4 mal so gross ist, als beim Embryo. Immer aber bleibt auf einer und derselben Radula die Anzahl der Zwischenplatten gleich gross von der ersten bis zur letzten Reihe, und nur die Seitenplatten nehmen an Anzahl nach hinten zu. Unter 8 genau darauf untersuchten Zungen habe ich auch nicht eine einzige gefunden, in welcher ich eine Zunahme der Anzahl der Zwischenplatten nach hinten hin bemerkt hätte; da aber der Unterschied der Anzahl derselben beim Embryo und erwachsenen Thiere so ausserordentlich gross ist, und dieses Thier in etwa 4 Monaten mindestens die Hälfte seiner ganzen Grösse erlangt, so hätte ich unter 8 Zungen wohl eine finden müssen, an welcher ich in irgend einem Punkte die Vermehrung der Zwischenplatten direct hätte beobachten können. Die gegentheilige Beobachtung erklärt sich aber auf die einfachste Weise, sobald man nur die Häutung an die Stelle des Vorrückens der Zunge setzt.

Alle diese verschiedenen Gründe bestimmen mich nun zu der doppelten Annahme, dass einmal die Zunge nicht allmälig vorgeschoben wird, sondern sich von Zeit zu Zeit durch eine Häutung erneuert, und dass zweitens die Ausscheidung der Zähne nicht von jener sog. Zungenmatrix

Digitized by Google

ausgeht, sondern von demselben Epithel, welches auch die Grundmembran bildet.

Die Bedeutung der Papille suche ich nach wie vor in einer anspornenden Thätigkeit, theils die Reibmembran möglichst fest zu halten, theils auch dieselbe vorzuschieben, eine Auffassung, welche ich durch die oben geschilderte feinere Structur jenes Theiles glaube hinreichend begründen zu können. Dass bei manchen Mollusken die Scheide sehr verlängert ist, und deshalb wohl nicht sehr tauglich zum Vorwärtsschieben erscheint, kann höchstens beweisen, dass bei diesen der Zungenmatrix keine besonders active Rolle zuertheilt ist, wie sie denn auch in solchen Fällen immer sehr wenig entwickelt ist und fast ganz jener Muskelfasern ermangelt. Ob ihr ausserdem noch die Bedeutung eines Geschmacksorgans beizulegen ist, scheint mir noch erst einer näheren Begründung zu bedürfen, obgleich ich sehr geneigt bin, die eben beschriebene zellige Lage in derselben für ganglionär zu halten; auch *Troschel* glaubt in dem vorderen Ende der Zungenpapille, welches er als fleischigen Vorsprung[1]) bezeichnet, ein Geschmacksorgan zu erkennen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Durchschnitt durch die Zungenbasis von Aplysia. Oberer Theil.
- *a*, *a*. Die beiden seitlichen Theile des Zungenträgers, in welchen man bei *d* den ziemlich localisirten Knorpel, bei *ee* und *g* die Muskeln desselben sieht.
- *b*. Reibplatte mit Epithel und *f* darunter liegender bindegewebiger Basis.
- *c*. Horizontaler Muskel.

Fig. 2. Durchschnitt durch denselben Theil der Zunge von Buccinum undatum.
- *a*. Muskel des seitlichen Theils.
- *b*. Horizontaler Muskel.
- *c*. Scharf localisirter Knorpel.

Fig. 3. Durchschnitt durch denselben Theil von Murex.
Die Buchstaben dieselben, wie in der vorigen Figur.

Fig. 4. Durchschnitt durch denselben Theil von Limax maximus.
- *a*. Der Muskel, welcher durch Verschmelzung der beiden seitlichen Theile *a* der Fig. 2 u. 3 und durch Verschwinden von *c* in Fig. 2 u. 3 entstanden ist.
- *b*. Horizontaler Muskel.

Fig. 5. Durchschnitt durch den Zungenträger von Vaginulus (Taunaisii?).
- *a*. Breitere Endigungen der Muskelfasern *e*.
- *b*. Knorpelzellen.
- *c*. Bindegewebige Lage mit Bindegewebskörperchen *d*.
- *e*. Muskelfasern.

1) *Troschel* l. c. p. 22.

Fig. 6. Durchschnitt durch die Zungenscheide von Aplysia.
a. Aeussere Zungenscheide, *b* Uebergangsstelle derselben in die innere *c*.
d. Reibmembran und Zähne.
e. Sogenannte Zungenmatrix.
f. Uebergangsstelle der Muskelfasern von *c* in jene Zungenmatrix.

Fig. 7. Durchschnitt durch die Reibmembran mit dem Epithel.
a. Epithel.
b. Zahn.
c. Papille des Epithels.

Fig. 8. Fasern des Kerns der sogenannten Zungenmatrix von Arion empiricorum.

Fig. 9. Muskelfasern an der Spitze der sogenannten Zungenmatrix.
a. Cuticula.
b. Stark das Licht brechende Ende der Zellen *c*.
d. Muskelfasern.

Fig. 10. Epithelzelle mit isolirtem Kern und anhängender (Muskel?)-Faser von Murex brandaris.

Digitized by Google

Bemerkungen über Räderthiere.

Von

Professor **Ferdinand Cohn** in Breslau.

Hierzu Tafel XIII.

Seit der Veröffentlichung meines Aufsatzes über Fortpflanzung der Räderthiere (Zeitschr. f. wissensch. Zoologie VII. Bd. 4. Heft. 1855) ist über diesen Gegenstand eine Arbeit von *Gosse* erschienen: On the dioiceous character of the Rotifera, von welcher mir nur ein kurzer Auszug in den Annals of natural history Oct. 1856 p. 333 zu Gesicht gekommen ist; es werden darin die Männchen vieler Brachionusarten: B. Pala, rubens, amphiceros, Bakeri, Dorcas, Mülleri, so wie von Asplanchna Brightwellii, Gosse [1]) (Notommata anglica Dalrymple) A. priodonta Gosse, Synchaeta tremula, Polyarthra platyptera, Sacculus viridis und Melicerta ringens erwähnt. Ausserdem hat *Leydig* im letzten Bande von Müllers Archiv 1857, S. 404 meine Angaben über die Männchen von Hydatina senta in einzelnen Details berichtigt. Der Hauptpunkt, in welchem unsere Darstellungen dieser Thierchen auseinandergehen, ist der, dass ich bei Enteroplea, wie dies bei den Asplanchna- (Notommata-) Männchen angenommen wird, jede Spur eines Darmkanals in Abrede gestellt hatte, während *Leydig* erklärt, dass der Nahrungskanal bei denselben in verkümmerter Weise zugegen sei. Ich hatte nämlich dem Hoden eine dicke Wand zugeschrieben, die

1) Der Mangel eines Darms und Afters, welcher bekanntlich Notommata anglica Dalr. und N. Sieboldii Leydig, so wie N. Myrmileo (nach *Leydig*) charakterisirt, ist offenbar ein so wichtiges und wesentliches Unterscheidungsmerkmal, dass er die generische Trennung dieser Thiere von den übrigen Notommataarten erheischt; ich habe daher den bezeichnenden Namen: Asplanchna, der von *Gosse* (Ann. of nat. hist. 1850) herrührt, adoptirt. Ohne Zweifel werden auch noch mehrere Gattungen von dem alten Genus Notommata abgezweigt werden müssen, da dieses sehr verschiedene Typen vereint. Ascomorpha Perty, wozu dieser Autor die Notommata anglica rechnet, ist nach *Leydig* von letzterer generisch verschieden.

Digitized by Google

sich vorn in ein breites, nach der Stirnwand verlaufendes Band, den Suspensor testis, verlängere; *Leydig* erklärt dieses Band für das »zweifellose Rudiment des Nahrungsschlauchs, der genau nach jener Stelle des Räderorgans sich hinziehe, wo bei den Weibchen die Mundöffnung liegt, hinterwärts aber sich bis zur Kloakenöffnung erstrecke.« Trotz dieser verschiedenen Auffassung sind jedoch unsre Beobachtungen, wie auch die Zeichnungen beweisen, in wesentlicher Uebereinstimmung; denn auch *Leydig* muss zugestehen, dass das fragliche Gebilde sich morphologisch nur als ein Band betrachten lässt, da weder von einer Mundöffnung, noch von einem Gebiss, noch von den appendiculären Verdauungsdrüsen, noch endlich von einer Höhlung im Innern des »Nahrungsschlauches« die geringste Spur vorhanden ist; daher ist auch niemals farbige Nahrung im Innern jenes Organs vorhanden, obwohl dies *Ehrenberg* abbildete; ein solches Band »mit Bestimmtheit für den verkümmerten Nahrungskanal« zu erklären, könnte nur die Entwickelungsgeschichte rechtfertigen, die aber bisher noch nicht bis zu dieser Vollständigkeit sich hat verfolgen lassen.

Die Wand des Hodens hatte ich für contractil erklärt, nicht sowohl weil ich direct eine Zusammenziehung beobachtet, sondern weil ich nicht begreifen kann, wie sonst der Same bei der Begattung ausgespritzt werden soll; *Leydig* stellt die Contractilität in Abrede; da es mir jetzt an Material zur Prüfung fehlt, muss ich dies dahin gestellt sein lassen. Dasselbe muss ich mit den Berichtigungen thun, welche *Leydig* meiner Darstellung einzelner Structurverhältnisse bei der weiblichen Hydatina angedeihen liess; so weicht z. B. meine Darstellung des Wirbelorgans von der *Leydig*'schen darin ab, dass ich innerhalb »der den vorderen Rand ununterbrochen umsäumenden Reihe sehr langer und feiner Wimpern,« die zweite innere Reihe der griffelartigen Borsten nicht in einer ununterbrochenen Linie, wie dies *Leydig* beobachtete, sondern zu Bündeln zusammengestellt auffasste, wie dies auch *Ehrenberg* und *Dujardin* gethan hatten. Ich will gern glauben, dass ein in diesem schwierigen Gebiete der Untersuchung so geübter Forscher, wie *Leydig*, manche Einzelheit richtiger aufzufassen vermochte, als ich es im Stande war.

Nur in Bezug auf einen Punkt halte ich eine Bemerkung für nöthig. *Leydig* beharrt bei seiner Aussage, dass der Schlund der Rotatorien nie mit Wimpern ausgekleidet sei, und erklärt meine entgegenstehende Angabe bei Brachionus daraus, dass ich fälschlich die starke Wimperung am Anfange des Magens in den Schlund verlegt habe. Hiergegen muss ich erwidern, dass im Schlund von Brachionus unzweifelhaft ein eigenthümliches Flimmerphänomen stattfindet. Dass dieses Flimmern von schlagenden Wimpern veranlasst sei, will ich nicht mit Bestimmtheit behaupten; denn die Erscheinung im Schlunde von Brachionus ist so eigenthümlicher Art, dass sie sich mit der Bewimperung des Magens und Darmes nicht verwechseln lässt; sie erinnert weniger an das Spiel haarförmiger Wimpern, als an das Unduliren einer Flimmermembran; man beobachtet stets

Digitized by Google

2—4 Wellen, wie bei den »Zitterorganen,« Ein ähnliches Flimmerphänomen beobachtete ich im Schlunde eines interessanten Räderthieres, welches ich im vorigen Jahre zahlreich in einem Glase mit Wasserpflanzen auffand, und das mit Notommata vermicularis Duj. und N. tardigrada Leydig, insbesondere aber mit Notommata roseola Perty und Lindia torulosa Duj. viele Vergleichungspunkte darbietet. Das Thier (Fig. 1, 2) ist über $^1/_8$''' lang, von cylindrischer wurmförmiger Gestalt, Kopf und Hals durch Faltungen der Cuticula abgetheilt, und ebenso der Bauch durch eine grössere Anzahl von Querfaltungen in Segmente gewissermaassen gegliedert; ich zählte im Ganzen 8 bis 10 Segmente; das halbkugelig abgerundete Schwanz- oder Fussende läuft in 2 kurze kegelförmige Zehen aus; die Farbe des Körpers ist gelbröthlich.

Das Kopfende ist gewöhnlich, so lange das Thier langsam kriecht, halbkreisförmig abgerundet, ohne sichtbare Wimpern; wenn das Thierchen aber schwimmt, so entfaltet es zu beiden Seiten des Kopfes je ein, bis dahin eingestülptes, keulenförmiges Wirbelorgan, welches einem kleinen, auf schmalem Stiele stehenden Rade gleicht (Fig. 2 *w*). Die Anatomie des Thierchens stimmt im Wesentlichen mit der von Notommata tardigrada Leydig und N. vermicularis Duj. überein. Eine halbkreisförmige Mundspalte führt zu dem lang cylindrischen Schlundkopf (*sk*), dessen Muskeln ein höchst eigenthümlich gebautes Gebiss in Bewegung setzen; es besteht, so wie ich es auffasse, aus drei nadelförmigen Chitinstücken: jedes dieser Stücke läuft nach hinten in eine kopfförmig abgerundete Spitze aus; nach vorn gabelt es sich in zwei zangenartig gebogene, spitze und lange Zähne, welche an ihrer Basis seitlich in einen ohrartigen Zipfel verlängert sind, so dass sie in ihrer Gestalt an Pfeilspitzen erinnern; diese drei Chitinstücke sind im Kreise um die Oeffnung des Schlundkopfes gestellt (Fig. 3); nach hinten schliesst sich an den Schlundkopf die ziemlich lange Speiseröhre, in welcher ich die schon oben erwähnten Flimmerwellen mit der grössten Deutlichkeit beobachtete (Fig. 2 *s*). An einem Thiere (vielleicht einem absterbenden) war das Flimmern in der Speiseröhre nicht bemerkbar; diese selbst aber erschien als ein deutlicher Kanal, der in mehrere Querfalten gelegt war, ähnlich den Ringen einer Luftröhre (Fig. 1 *s*). In welcher Weise diese Falten der Schlundröhre das eigenthümliche Flimmerphänomen veranlassen, vermöchte ich nicht mit Entschiedenheit anzugeben. Auch bei Notommata saccigera spricht *Ehrenberg* von einer »zitternden Kieme,« welche *Leydig* für Querfalten des Schlunds erklärt; *Leydig* selbst erwähnt dieselben auch von Notommata centrura.

Der Darmkanal unseres Thieres ist sehr lang und schmal, geradlinigt (Fig. 1, 2 *m*), und endet vor der Schwanzwurzel in die Kloake; er ist von gelblicher Farbe; am vordern Ende des Darmes sitzen die beiden farblosen konischen Magendrüsen, dem Schlundkopf anliegend (Fig. 1, 2 *md*). Unterhalb des Darms mündet in die Kloake die verhältnissmässig kleine

contractile Blase (*cb*); die Zitterorgane habe ich übersehen; sie waren wohl von den Eingeweiden verdeckt. Ebenfalls unterhalb des Darms liegt der Eierstock (*e*), welcher walzenförmig fast bis zum Schlundkopf hinaufsteigt, und in dem grosse glatte Eier sich entwickeln; der ganze hintere Körpertheil erinnert an die Organisation der Philodinaeen. Eigenthümlich ist das Centralorgan des Nervensystems: man bemerkt unter dem Rücken einen langen walzenförmigen Beutel (*g*), der an der Stirn fast bis zum Ursprung des Magens hinab reicht und den Schlundkopf verdeckt; an seinem hintern Ende ist derselbe kugelig abgerundet und zeigt hier bei jungen Exemplaren einen rothen Augenfleck; im Alter verliert sich jedoch die rothe Färbung, und statt dessen zeigt sich ein schwarzer Fleck (*k*), hinter dem ein mit dunkeln, stark Licht brechenden Körnchen gefülltes Säckchen (sacculus cerebralis, Kalkbeutel, Ehrb.) liegt, wie dies von *Ehrenberg* und *Leydig* bei mehrern Notommataarten beobachtet wurde; dieser »Kalkbeutel« erscheint bei durchgehendem Lichte undurchsichtig schwarz, bei reflectirtem dagegen, wie schon *Leydig* erwähnt, weissglänzend. Der »Kalkbeutel« sitzt unmittelbar auf dem Pigmentfleck, diesen oft verdeckend, und ist selbst wieder mit breiter Basis auf dem Gehirnsack befestigt.

Die systematische Bestimmung dieses interessanten Thierchens bietet eigenthümliche Schwierigkeiten. Zunächst ist es mir wahrscheinlich, dass dasselbe mit Lindia torulosa Duj. identisch ist. Körperumriss, Gebiss, Bau des Eierstocks und Darmkanals sind völlig gleich; auch die Falten des Schlundes sind in der *Dujardin*'schen Zeichnung angedeutet (l. c. tab. 22 fig. 2); dagegen vermisse ich allerdings in derselben den charakteristischen Augenfleck und den »Kalkbeutel.« Auch erklärt *Dujardin* als Charakter seiner Gattung Lindia: die Abwesenheit der Flimmercilien und des rothen Augenpunktes. Gleichwohl kann ich an eine Verschiedenheit unserer Form von Lindia nicht glauben, und vermuthe, dass *Dujardin* die kleinen gewöhnlich eingezogenen und nur beim Schwimmen ausgestreckten radförmigen Wirbelorgane übersehen habe. Es ist dies darum von Interesse, weil die Existenz eines Räderthiers ohne Flimmercilien eine schroffe Abnormität in dieser Thierklasse sein würde, um so mehr, da die Gegenwart der Cilien eines der wichtigsten Merkmale ist, welches die Räderthiere von den Krustaceen trennt.

Ist unser Thier identisch mit Lindia, so muss natürlich der Charakter dieser Gattung, wie ihn *Dujardin* aufgestellt, emendirt werden, und ich stelle dafür folgende Diagnose:

»Lindia: Körper oblong, fast wurmförmig, durch Querfalten schwach »gegliedert, vorn abgerundet, beim Schwimmen zwei kleine keulenför»mige, an der Spitze radähnliche, einziehbare Wirbelorgane zu beiden »Seiten hervorstülpend, hinten in zwei konische kurze Zehen auslaufend »— Gebiss aus drei zangenartigen zweispitzigen Zähnen gebildet; Ein »Augenfleck mit dahinter liegendem schwärzlichem »Kalkbeutel«.

Digitized by Google

Lindia torulosa Duj. mit röthlichem Körper. Notommata roseola Perty ist mit dieser unserer Art höchst nahe verwandt, wahrscheinlich identisch; der schwarze »Kalkbeutel« und die eigenthümlichen Räderorgane sind in *Perty's* Figur angegeben (l. c. Tab. I. Fig. 2), auch das Flimmern des Schlundes, wie mir scheint, beobachtet (* der *Perty'*schen Figur, als Zitterorgan gedeutet); dagegen ist das Gebiss nicht genügend untersucht. Die Länge des Thieres ist nach *Perty* $^1/_6$''', nach *Dujardin* $^1/_7$''' (0,34 mm).

Zweifelhaft ist mir dagegen das Verhalten zu Notommata vermicularis Duj. und N. tardigrada Leydig. Erstere ist jedoch sicher verschieden, da sie sich durch einen mit Wimperreihen besetzten Kopf, ein kleines rothes Auge mit lichtbrechendem Körper (ähnlich Stephanops) und einen ganz anders gebauten Zahnapparat auszeichnet; nur ihr Aeusseres erinnert sehr an Lindia, wie *Dujardin* selbst bemerkt. Höchst eigenthümlich dagegen ist das Verhältniss zu Notommata tardigrada Leydig. Diese ist nach Abbildung und Beschreibung von unserer Lindia kaum zu unterscheiden; sie besitzt namentlich dieselbe Bewegungsweise und Körperform, sie hat das Gebiss, den Augenfleck mit dem Kalkbeutel, die quergefaltete Schlundröhre von Lindia, und unterscheidet sich nur durch das Flimmern an der Mundöffnung, den Mangel der ohrartigen Wirbelorgane, vielleicht auch durch die Grösse ($^1/_4$'''). Ich selbst habe allerdings auch einmal ein Räderthier beobachtet, das in Gestalt, Kalkbeutel etc. mit Lindia übereinstimmte, jedoch durch den dickeren und kürzeren, farblosen Körper, stärker abgesetzten Fuss, bedeutendere Grösse, sowie durch Bewimperung am Stirnrande nach Art von Notommata von dieser Gattung unterschieden schien; ich kannte jedoch damals noch nicht die echte Lindia und vermag daher kein endgültiges Urtheil über diese Formen auszusprechen. Lindia scheint mir übrigens nach der Bewegungsweise, der Beschaffenheit des Wirbelorgans etc. nicht zu den Hydatinaeen, wie Notommata, sondern zu den Philodinaeen zu gehören.

Die bisherigen Beobachtungen über Räderthiermännchen haben gezeigt, dass dieselben immer etwas kleiner sind, als die Weibchen, und dass sie in der Gestalt diesen entweder gleichen, wie die Männchen von Hydatina und Asplanchna Brightwellii Gosse (Notommata anglica Dalr.) oder von ganz verschiedener Gestalt sind wie die Männchen der Asplanchna Sieboldii (Notommata S.) und der Brachionusarten[1]). Es ist daher von

1) Ich habe bereits früher darauf aufmerksam gemacht, dass *Leydig* die Männchen von Brachionus missverständlich als junge, eben aus dem Ei ausgekrochene Weibchen aufgefasst hat, welche angeblich erst später durch eine Metamorphose ihre normale Gestalt annehmen, während in der That die wirklichen Weibchen schon aus dem Ei in völlig ausgebildeter Gestalt ausschlüpfen und eine Metamorphose daher hier nicht stattfindet. Ich komme hier nochmals darauf zurück, weil *Victor Carus* in seiner neuen Ausgabe der Icones zootomicae die Figuren von *Leydig* über Brachionus copirt und dabei auch die Verwechslung der Männchen mit den Jungen wieder aufgenommen hat. In der Erklärung der er-

Digitized by Google

Interesse, dass die Männchen eines mit Brachionus nahe verwandten Thieres, nämlich von Euchlanis dilatata Ehr., ihren Weibchen in der Gestalt vollständig gleichen. Bekanntlich hatte *Ehrenberg* als Charakter der Gattung Euchlanis angenommen, dass der Panzer auf der Bauchseite unten klaffe, also eigentlich ein Schild (scutellum) darstelle; dagegen hatte *Leydig* bemerkt, dass dem nicht so sei, dass der Panzer vielmehr einer Schildkrötenschale gleiche, indem Bauchschild und Rückenschild seitlich zu einer scharfen Linie verschmolzen sind »und daher der Panzer eigentlich mit Ausnahme des Ausschnitts für den Fuss auch nicht einmal seitlich klafft«[1]). Dies ist vollständig richtig und die Abbildung, die ich hier publicire (Fig. 4), wird das Verhältniss leicht verständlich machen. Der Panzer von Euchlanis dilatata besteht nämlich in der That aus zwei Stücken, einem grösseren, halbkugeligen, in zwei Falten abwärts gebrochenen Rückenschild und einem kleinen, flacheren Bauchschild. Das Bauchschild ist kürzer und schmäler, als der Bauch, den es bedecken soll; das Rückenschild dagegen ist grösser als die Rückenfläche, daher zu beiden Seiten abwärts nach dem Bauch scharf umgebogen und seine Seitenränder mit den Rändern des Rückenschildes verwachsen. Von oben (vom Rücken) betrachtet, sieht es daher aus, als ob das Bauchschild gänzlich fehle und das Rückenschild unten klaffe; in Wirklichkeit jedoch ist das Bauchschild von oblonger Gestalt, nach hinten abgerundet, vorn aber wellenförmig so ausgerandet, dass es in der Mitte einen kleinen Ausschnitt zeigt (Fig. 4, 5). Ganz ebenso ist der Vorderrand des Rückenschilds beschaffen, nur ragt dasselbe weiter nach vorn, der mittlere Ausschnitt ist tiefer und die beiden durch ihn gebildeten Wellenlinien des Vorderrandes stossen in spitzem Winkel an das Bauchschild (Fig. 6). Auch der hintere Rand des Rückenschilds greift weit über das Bauchschild und ist in der Mitte etwas ausgeschnitten. Die weichere Cuticula, welche die Begrenzung des übrigen Körpers bildet, setzt sich an die Innenfläche des Panzers an und bildet nach vorn den Hals und das etwas abgesetzte Kopfende, nach hinten den kegelförmigen Schwanz oder Fuss, der aus drei, fernrohrartig ineinandergeschobenen Segmenten besteht und in zwei lange lineare, messerförmige Zehen ausgeht. Der Stirnrand ist an der Bauchseite tief ausgeschnitten (Fig. 4), um in die trichterförmige Mundöffnung zu führen; nach vorn ist er trompetenartig erweitert und verlängert sich in verschiedene Lappen, welche griffelartige Borsten, ähnlich denen von Stylonychia, tragen; auch bemerkt man zu beiden Seiten einen konischen Fortsatz mit einem langen, steifen Borstenhaar, ähnlich wie bei Synchaeta

sten Tafel dieses schönen Werks werden, wie ich beiläufig bemerke, die niedersten durch einfache Geisseln bewegten Infusorien nach einer von mir zuerst ausgesprochenen Charakteristik als Flabelliferae bezeichnet; es muss jedoch heissen Flagelliferae.

1) Da dieser Ausschnitt für den Fuss sich offenbar hinten befindet, so ist es um so auffallender, dass *Leydig* in die Diagnose der Gattung Euchlanis die Bestimmung aufnimmt: »Panzer oval, zum Theil seitlich klaffend.«

Digitized by Google

(Fig. 6); das ganze Kopfende kann in den Panzer zurückgezogen werden. Der Schlundkopf (*sk*) ist sehr gross, würfelförmig, und enthält das Gebiss, welches aus einem unpaaren beckenförmigen Theil, dem Zwischenkiefer, und zwei seitlichen Kiefern besteht; an letztern kann man die gezähnte Kinnlade und die an ihr nach aussen und hinten gerichteten hammerförmigen, vorn schulterblattartig erweiterten Manubria unterscheiden; im Ganzen gleicht das Gebiss dem von Hydatina und Brachionus; es ist bereits von *Leydig* ziemlich genau gezeichnet worden. Die Region um die Spitze der Zähne fand ich durch einen gelblich braunen Stoff gefärbt, der selbst durch Aetzkali sich schwer entfernen liess. Der Schlund zeigt jene Flimmerwellen, die ich schon oben bei Lindia besprochen. Der Magen (*m*) ist dick und rundlich, mit zwei kleinen kugligen Magendrüsen; der Darm (*d*), der bald am hintern Rande des Bauchschilds in die Kloake führt, ist birnförmig; eben da mündet die contractile Blase (*cb*), aus der die beiden seitlichen geschlängelten Wassergefässe (*wg*) mit je 4, platt trichterförmigen »Zitterorganen« entspringen. Der Eierstock ist wie gewöhnlich; von den $\frac{1}{17}'''$ grossen Eiern ist schon durch *Ehrenberg* bekannt, dass dieselben an Conferven, Lemnawurzeln und andern Wasserpflanzen reihenweise befestigt, und dabei von einer schildartigen, anfangs farblosen, später gelblichen Hülle bedeckt sind, deren Entstehung ich nicht beobachten konnte; nach *Ehrenberg* ist dieselbe aus erhärtetem Schleime entstanden. Die Längsmuskeln, die das Einziehen und Ausstrecken von Kopf und Schwanz bewirken, sind sehr stark und deutlich, zum Theil quergestreift. Im Kopfende bemerkt man ausser einer Anzahl dunkler Kugeln noch ein grosses Centralorgan (Fig. 5, 6 *g*) von gestreckter trapezoidischer Gestalt, und zellig-körniger Structur, dessen hinterer breiterer Rand crenulirt erscheint und das zu beiden Seiten zwei lange sackförmige, anscheinend feinkörnige Anhängsel (*a*) besitzt; in der Mitte dieses Organs (Gehirns), nahe dem vordern Ende hin bemerkt man den rothen Augenfleck; das Ganze erinnert an den von *Leydig* beschriebenen Bau des Gehirns bei Notommata centrura. Vielleicht ist als eigentliches Gehirn nur die Partie um den Augenfleck zu betrachten, welche *Leydig* bei einer verwandten Art, Euchlanis triquetra, getrennt von jenen grossen beutelförmigen Organen zeichnet; die letztern sind vielleicht mit dem Kalkbeutel zu vergleichen, den wir bei Lindia auf dem Pigmentfleck aufsitzen sahen; *Leydig* zeichnet bei Euchlanis triquetra einen einzigen Sack in der Medianlinie, der angeblich in die Cuticula ausmünden soll; seitliche Anhängsel werden nicht erwähnt. Aus dem mittleren Ausschnitt des Rückenschildes streckt das Thier einen kurzen, senkrecht abstehenden »Sporn« heraus, der steife Borsten trägt (vgl. Fig. 6 *sp*).

Die Männchen von Euchlanis dilatata (Fig. 5, 6) unterscheiden sich, wie schon bemerkt, in der äussern Form, und insbesondere in dem Bau des Panzers, des Kopfes und Fusses durchaus nicht von den Weibchen; sie sind nur um etwas kleiner und schmächtiger (etwa $\frac{1}{8}'''$ lang und $\frac{1}{20}'''$

breit); dagegen sind sie auf den ersten Blick schon durch die Durchsichtigkeit zu erkennen, die auf der Abwesenheit der massigen Organe, des Darmkanals und Eierstocks beruht. Es fehlt den Männchen in der That die Mundöffnung, der Schlundkopf, Magen und Darm; in Folge dessen kann man bei ihnen die Organisation des freiliegenden Gehirns und seiner Anhängsel, so wie die Muskulatur und das Wassergefässsystem (*wg*), das sich an beiden Seiten des Körpers in Schlangenlinien hinzieht, besonders deutlich erkennen; auch die contractile Blase und der »Sporn« ist ganz, wie bei den Weibchen. Ebenso ist der Stirnrand und das Wirbelorgan bei beiden Geschlechtern gleich gebaut, und auch bei den Männchen findet sich auf der Bauchseite jener Ausschnitt im Wirbelorgan, der bei den Weibchen zur Mundöffnung führt. Bei den Männchen nimmt der Hoden (*h*) die Mittellinie der Körpers ein, ein lanzettlicher, lang gestreckter Sack, der von der Kloake bis in die Gegend des Gehirns reicht, und mit stäbchenartigen Spermatozoen dicht erfüllt ist; ich erkannte einmal auch das Wimmeln dieser Körperchen im Hoden; ist ein Theil derselben bereits ausgetreten, so sieht man die leeren Wände des Hodens elastisch abstehen (Fig. 6).

Zu beiden Seiten erscheint der Hoden flügelartig von einem breiten farblosen Bande eingefasst, das denselben mit dem Stirnrande in Verbindung bringt, und von *Leydig* wahrscheinlich ebenfalls als Rudiment des Darmes gedeutet werden würde; ich habe jedoch kein überzeugendes Moment für eine solche Auffassung gewinnen können. Am hintern Ende ist der Hoden von einem nierenförmigen Körper, der Prostatradrüse (*p*), umgeben und mündet in den von dicken Wänden eingefassten, von einem deutlichen, inwendig flimmernden Kanale durchbohrten Penis (*pe*), welcher in dem ersten Segmente des Fusses, unterhalb desselben verläuft. Die »Körnerblasen,« welche bei den Männchen von Hydatina, Brachionus, Asplanchna etc., wie ich selbst bereits angegeben, auf dem Rücken des Hodens bemerkbar sind, konnte ich bei den erwachsenen Männchen von Euchlanis nicht wahrnehmen; nur bei den ausgeschlüpften Thierchen fand ich über dem Hoden ein Conglomerat unregelmässiger Zellen mit Fetttröpfchen und dunklen Körnchen (Fig. 7). Die Begattung habe ich bei Euchlanis nicht beobachtet, ebenso wenig konnte ich sogenannte Wintereier unterscheiden.

Einen zweiten Fall, wo ich im letzten Sommer Räderthiermännchen beobachtete, kann ich bei Notommata parasita Ehr. nachweisen. Dieses Thierchen gehört bekanntlich zu den Rotatorien, welche im Innern lebendiger Volvoxkugeln sich aufhalten und sich insbesondere von den grünen saftigen Fortpflanzungskörpern derselben ernähren. *Ehrenberg* fand ausser Notommata parasita auch N. Petromyzon, ich selbst eine Diglena, so wie eine Anguillula im Innern von Volvoxkugeln lebend, und von ihnen »wie in einem Schiffe« dahingeführt. Notommata parasita gehört zu den kleineren Räderthierchen (Länge $^1/_{20}{}'''$); der Körper ist kurz sackartig, die

beiden kurzen Zehen in der Regel eingezogen (Fig. 8), der Kopf durch eine schwache Einschnürung bezeichnet, der ohrartig vorspringende Stirnrand ebenfalls eingeschnürt; das Wirbelorgan besteht aus feineren Härchen und einzelnen dickeren Griffeln; der Schlundkopf (*sk*) ist cylindrisch gestreckt, und enthält, so weit ich dies wahrnehmen konnte, zwei scalpellartig zugespitzte Zähne, welche aus dem Munde hervorgestülpt werden können. Der Magen (*m*) ist mit grüner Speise gefüllt, von dem Darm (*d*) durch eine Einschnürung geschieden, ziemlich lang und walzenförmig; ebenso lang ist der Eierstock (*e*); die contractile Blase (*cb*) am Fusse ist deutlich, dagegen die Wassergefässe kaum zu sehen; das Gehirn (*g*) erscheint als ein langer Beutel im Kopfe, welcher über dem Schlundkopf liegt und am hintern Ende einen rothen Augenfleck trägt. Ein Notommataweibchen legt in die Höhle des Volvox entweder zahlreiche grössere glatte Eier, aus denen dann ähnlich gestaltete Weibchen hervorgehen, oder mit Stacheln besetzte »Wintereier,« die schon *Ehrenberg* abbildet, deren Entwicklung ich jedoch noch nicht verfolgen konnte. Endlich beobachtete ich Volvoxkugeln, welche neben einem gewöhnlichen Weibchen nur kleinere glatte Eier enthielten, in welchen ein dunkler Fleck sichtbar war; aus ihnen entwickelten sich Männchen (Fig. 9), welche in ihrer Gestalt bis auf eine geringere Grösse ganz den Weibchen entsprachen und auch mit den Männchen von Brachionus grosse Aehnlichkeit besassen. Sie hatten ein Wirbelorgan, Gehirn (*g*) und rothes Auge wie die Weibchen, aber statt des Darms einen von breitem Bande getragenen, mit dunkeln Samenkörperchen erfüllten Hoden (*h*), an dessen hinterm Theil die »Körnerblasen« bemerkbar waren. Der Penis (*pe*) war verhältnissmässig gross, flimmerte im Innern und am äussern Ende und verdeckte ganz die Zehen. Ich beobachtete in der Regel in einer Volvoxkugel nur Weibchen oder nur Männchen; zum Zweck der Begattung müssen vermuthlich die Männchen von den Weibchen aufgesucht werden, da ich nicht einsehen kann, auf welche Weise die zahnlosen Männchen im Stande sein sollten, sich aus der Volvoxkugel, in welcher sie geboren, den Ausgang zu verschaffen und in eine andere Kugel einzudringen.

Alle bisherigen Untersuchungen über die Geschlechtsverhältnisse der Räderthiere bestätigen die von mir zuerst in meinem früheren Aufsatze ausgesprochene Ansicht, dass bei diesen Thieren eine eigenthümliche Form des Generationswechsels stattfindet. Es ist unmöglich, dass die verschiedenen Räderthiergenerationen, welche im Laufe des Jahres aufeinander folgen, und bei denen man stets Eier findet, wirklich sämmtlich befruchtet werden, da die Männchen so selten, und, wie es scheint, in der Regel nur zu gewissen Jahreszeiten auftreten. Philodina roseola, welche in Regenwasser in Gesellschaft des Chlamydococcus pluvialis in gewissen Steinhöhlungen vorzukommen pflegt, habe ich an denselben Stellen schon Jahre lang beobachtet: sie erhält sich constant das ganze Jahr hindurch, oft in ungeheurer Menge, indem

Digitized by Google

sie beim Austrocknen des Wassers in Ruhezustand übergeht und bei neuem Regen wieder erwacht; alle Individuen sind Weibchen, mit entwicklungsfähigen Eierstöcken und lebenden Jungen; noch niemals sind Männchen gefunden worden. Wenn ich nun auch gern glaube, dass bei Philodina Männchen existiren, die unter gewissen Umständen, aber gewiss nur sehr selten auftreten, so ist es doch geradezu unmöglich, dass all die zahllosen Thierchen wirklich befruchtet sind, welche Jahraus, Jahrein das Wasser erfüllen. Ihre gewöhnliche Fortpflanzung muss daher eine ungeschlechtliche sein. Alle Männchen, die bisher beobachtet wurden, gehören den Familien der Hydatinaeen und Brachionaeen an; bei der ganzen Familie der Philodinaeen hat man immer nur Weibchen gefunden. Aber auch bei jenen Gattungen, deren Männchen man kennt, sind diese in ungeheurer Minorität, und die gewöhnliche Fortpflanzung muss auch bei diesen eine ungeschlechtliche sein. Ich habe schon früher auf das Zusammenvorkommen der Wintereier und der Männchen aufmerksam gemacht, und die Ueberzeugung ausgesprochen, dass bei den Räderthieren die seltneren, hartschaligen, einer Ruhezeit unterworfenen Wintereier das Product einer geschlechtlichen Befruchtung sein, die gewöhnlichen sich unmittelbar entwickelnden Sommereier und lebenden Jungen dagegen ohne Befruchtung entstehen müssen; ich habe hervorgehoben, dass die Fortpflanzung der Räderthiere in allen Stücken mit der der Daphnien und anderer Entomostraceen übereinstimmt, indem diese Thiere sich ebenfalls in der Regel auf geschlechtslose Weise ohne Befruchtung durch Keime vermehren, die sich auf der Stelle, oft noch im Mutterleibe zu neuen Individuen entwickeln, während nur selten, in der Regel im Herbst und Frühjahr die Männchen erscheinen, von welchen befruchtet, die Weibchen Wintereier legen.

Wenn ich in meinem frühern Aufsatze die Räderthiere, welche Keime oder Sommereier hervorbringen, als geschlechtlose Ammen von den eigentlichen Weibchen unterschied, welche wirkliche Eier legen, so musste ich doch anerkennen, dass ich in der Entwicklung und Organisation zwischen Ammen und Weibchen durchaus keinen Unterschied auffinden konnte. Seitdem ist *v. Siebold's* wichtiges Buch über Parthenogenesis erschienen; und es hat dieser Forscher die ganz analoge Fortpflanzungsgeschichte der niedern Krustaceen nicht als Generationswechsel, sondern als Parthenogenesis aufgefasst. *v. Siebold* macht darauf aufmerksam, dass bei vielen Phyllopoden noch niemals Männchen beobachtet wurden, dass bei Daphnia die der Begattung unterworfenen und die unbefruchtet gebärenden Weibchen nicht den mindesten Unterschied zeigen (Parthenogenesis S. 138). Ganz dasselbe ist aber auch bei den Räderthieren der Fall, und es scheint mir hiernach höchst wahrscheinlich, dass auch bei den Räderthieren das Gesetz der Parthenogenesis waltet; d. h. die Weibchen der Räderthiere können von Männchen befruchtet werden; aber sie sind

Digitized by Google

im Stande sich fortzupflanzen, auch ohne Mitwirkung der Männchen und ohne Befruchtung. Nur ist das Product dieser beiden Processe ein verschiedenes; einzig und allein die befruchteten Weibchen legen hartschalige Eier, welche überwintern, und aus denen die Jungen wahrscheinlich erst im nächsten Jahre auskriechen; unbefruchtete Weibchen dagegen entwickeln Sommereier, aus denen unmittelbar entweder wieder Weibchen, oder zu gewissen Jahreszeiten auch Männchen hervorgehen.

Breslau den 1. December 1857.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figuren sind bei etwa 800facher Vergrösserung gezeichnet.

Fig. 1—3. Lindia torulosa Duj. (Notommata roseola Perty).

Fig. 1. Ein Thierchen mit eingezogenem Wirbelorgan (*w*) kriechend.

Fig. 2. Ein solches mit ausgestülptem Wirbelorgan (*w*) schwimmend; in beiden Figuren: *g*. Gehirn; *k*. Augenfleck und Kalkbeutel; *m*. Magen; *md*. Magendrüsen; *s*. Schlund, bei Fig. 2 flimmernd, in Fig. 1 mit starren Querfalten; *sk*. Schlundkopf und Gebiss; *e*. Eierstock; *cb*. contractile Blase.

Fig. 3. Das Gebiss stärker vergrössert.

Fig. 4—7. Euchlanis dilatata Ehrenberg.

Fig. 4. Ein Weibchen, auf dem Rücken liegend, den Bauch nach oben.

Fig. 5 und 6. Männchen: 5. auf dem Rücken liegend, 6. auf dem Bauch liegend: *g, a, a*. Gehirn mit zwei seitlichen Anhängen; *sk*. Schlundkopf; *m*. Magen; *d*. Darm; *cb*. contractile Blase; *h*. Hoden; *wg*. Wassergefässe; *sp*. Sporn; *pr*. Prostratadrüse; *pe*. Penis.

Fig. 7. Die Körnerhaufen von einem jungen Männchen.

Fig. 8. Weibchen }
Fig. 9. Männchen } von Notommata parasita Ehr.

Die Buchstaben haben dieselbe Bedeutung wie oben.

Digitized by Google

Kleinere Mittheilungen und Correspondenz-Nachrichten.

Ueber den Kilch des Bodensees (Coregonus acronius).

Ein in dem Fischer-Club zu München am 13. November 1857 gehaltener Vortrag.

Von **C. Th. v. Siebold.**

Ich habe den verflossenen Sommer dazu benutzt, mir genauere Aufschlüsse zu verschaffen über die Verbreitung und das Vorkommen der Fische in unseren Gebirgsseen, bei welcher Gelegenheit ich mit der Lebensweise eines Fisches näher bekannt geworden bin, dessen Existenz man bisher nur sehr wenig Aufmerksamkeit geschenkt hat, und doch bietet dieser Fisch höchst merkwürdige Erscheinungen in seinen Lebensverhältnissen dar. Ich meine jenen Fisch, welcher bis jetzt nur im Bodensee angetroffen wurde, und welcher von den Bodensee-Anwohnern den Namen **Kilch** erhalten hat.

Dieser Kilch gehört zu der Gattung Coregonus, ist demnach eine Renken-Art. Mit dem Kilch zugleich bewohnen noch zwei andere Renken-Arten den Bodensee, nämlich der Blaufelchen (Coregonus Wartmanni) und der Sandfelchen (Coregonus Fera). Ueber die beiden zuletzt genannten Renken-Arten habe ich im vergangenen Winter die Ehre gehabt in dieser Versammlung einen Vortrag zu halten, wobei ich erwähnte, dass im Starnberger See neben dem Coregonus Wartmanni (auf dem hiesigen Fischmarkte schlechthin »Renke« genannt) auch der Coregonus Fera vorkomme, welchem letzteren Fische die Starenberger Fischer den Namen »Bodenrenke« gegeben haben. Es deutet dieser letztere Name wahrscheinlich auf die verschiedene Fortpflanzungsweise, durch welche sich Coregonus Fera von Coregonus Wartmanni unterscheidet. Die letztere, die gemeine Renke erhebt sich nämlich zur Laichzeit aus der Tiefe der See'n an die Oberfläche derselben und lässt ihren Laich in die Tiefe des blauen Wassers hinabfallen, während die Bodenrenke flache Stellen aufsucht, um hier dicht am Boden ihren Laich abzusetzen. In ähnlicher Weise mögen sich die beiden Namen »Blaufelchen« und »Sandfelchen« auf jene verschiedene Art zu laichen beziehen.

Die oben erwähnte Renke, der »Kilch«, wurde von Prof. *Rapp* in Tübingen zuerst genauer beschrieben und mit dem systematischen Namen Coregonus acronius belegt, welcher Name sich auf den classischen Namen des Bodensees, lacus acronius, bezieht. Man vergleiche: »die Fische des Bodensees«, untersucht und beschrieben von *W. v. Rapp*, in den württembergischen naturwissenschaftlichen Jahresheften, Jahrgang X. Heft 2. 1854. S. 158. Der Kilch erreicht nie die Grösse, zu welcher die beiden anderen Renken heranwachsen können; die grössten Exemplare, welche *Rapp* untersuchen konnte, hatten eine Länge von 12 Zoll, während die gemeine Renke sowie die Bodenrenke bis zu 15 Zoll auswachsen. Sehr auffallend verschieden zeigt sich die Färbung

des Kilch im Vergleich zur Farbe der gemeinen und der Bodenrenke, indem diese beiden eben genannten Fische im frischen Zustande einen bläulich-grünen Rücken besitzen, der gegen den schön silberglänzenden Bauch stark absticht, während der Kilch dagegen blassgraubraun auf dem Rücken gefärbt ist, welche Farbe gegen den weissen mattglänzenden Bauch weniger absticht.

Ich hatte bisher nur Gelegenheit gehabt, in Weingeist aufbewahrte Exemplare des Kilch zu vergleichen, wobei mir auffiel, dass an allen diesen Kilchen der Bauch sehr ausgedehnt, oder runzelig oder gar verletzt erschien. Eine nach einem frischen Kilchen schön ausgeführte und colorirte Abbildung, die ich der Güte des Herrn Prof. *Rapp* zu verdanken hatte, liess ebenfalls einen stark angeschwollenen Bauch erkennen. Obgleich nun *Rapp* in seiner oben angeführten Beschreibung diese eigenthümliche Körperbeschaffenheit des Kilch nicht hervorhebt, wurde ich doch von verschiedenen andern Seiten auf diese Dickbäuchigkeit des Kilch aufmerksam gemacht. In einer kleinen Schrift von *Nenning*, welche im Jahre 1834 in Constanz erschienen ist, und den Titel führt: »die Fische des Bodensees nach ihrer äusseren Erscheinung«, findet sich nämlich der Kilch als Salmo maraena media erwähnt und kurz beschrieben, wobei es unter anderem heisst: »Rücken grünlichgrau, Seiten weisslich, Bauch weiss, gross, hangend, daher der Name Kropffelchen.« Auch *Hartmann* fügt in seiner 1827 herausgegebenen helvetischen Ichthyologie der Beschreibung des Kilch hinzu: »Bauch weiss, ziemlich gross und hangend, wodurch er sich vor allen seinen Gattungsgenossen merklich unterscheidet und den Namen Kropffelchen erhalten hat.« Die älteste Nachricht über den Kilch befindet sich in *Mangolt's* Fischbuch: Von der natur und eigenschafft der vische insonderheit deren so gefangen werdend im Bodensee (Zürich 1557). Hier heisst es von Kirchlin: »Diss sind weiss schupfisch und geformiert wie die Gangfisch, habend gross beüch, werdend als gross als halb Felchen. Ir wonung ist in der tieffe, und ir leich zu Sommers zeyt, sind zu kochen wie die Felchen.« Offenbar sind mit diesen Kirchlin die Kilche gemeint. Der letztere Name ist wahrscheinlich allemannischen Ursprungs, und es mag sich Kilch zu Kirch verhalten, wie sich heute noch im Breisgau das Wort »Kilche« (Chilche) zu dem hochdeutschen »Kirche« verhält [1]).

Alles dies reizte meine Neugierde, den Kilch im frischen und wo möglich im lebenden Zustande kennen zu lernen. Ich besuchte daher in diesem Sommer zu verschiedenen Zeiten die Ufer des Bodensees, um mich nach dieser kropfigen Renke umzusehen, und begab mich zuerst nach Lindau, wo ich jedoch gar nichts über diesen Fisch in Erfahrung bringen konnte, was aber auch nicht verwundern kann, da in Lindau die Fischerei gänzlich darniederliegt und die Fischerzunft dortselbst nur noch dem Namen nach existirt. Auch in Bregenz wussten die Fischer nichts von einem Kilch oder Kropffelchen. In Constanz kannte man den Kilch auch nur vom Hörensagen, dagegen waren die Ueberlinger Fischer im Stande, mir ganz gute Auskunft über den Kilch zu geben. Ich erfuhr in Ueberlingen, dass die Kilche stets in grosser Tiefe leben und daher mühsam zu fangen seien, und dass, wenn auch ein guter Zug gemacht worden sei, man die erhaltenen Kilche nur schlecht verwerthen könne, da diesen Fischen immer der Bauch bis zum Bersten aufgetrieben sei. In diesem Zustande hielten sie sich nicht lange und müssten deshalb schnell und wohlfeil in der nächsten Nähe der Fangstelle verkauft werden. Diese Mittheilungen machten mich noch begieriger, den merkwürdigen Kropffelchen genauer untersuchen zu können; ich setzte in dieser Beziehung meine ganze Hoffnung auf Langenargen, wo man sich, wie mir Professor *Rapp* mitgetheilt hatte, auf den Kilchenfang sehr gut verstehe. Ich traf in Langenargen zu meiner Freude sehr verständige Fischer, welche den Kilch und seinen Aufenthalt ge-

1) Die Bezeichnung »Felchen« ist höchst wahrscheinlich auch allemanischen Ursprungs und aus dem Worte »Ferchen« entstanden; in den bayrischen und österreichischen Alpen werden die Lachsforellen ziemlich allgemein »Lachsferchen« oder »Seeferchen« genannt.

Digitized by Google

nau kannten. Dieselben machten mir Hoffnung, diesen Fisch lebendig herbeizuschaffen, wenn ich mich bei ihnen Ende September oder Anfang October während der Laichzeit des Kilch wieder einfinden wollte; wäre alsdann der See klar und ruhig, der Himmel heiter, die Luft unbewegt, so könnte ich versichert sein, dass Kilche gefangen würden. Ich verliess Langenargen mit dem festen Vorsatze, um die genannte Zeit wiederzukehren, zumal da die Erzählungen der Fischer von Langenargen meine Neugierde, den merkwürdigen Kilch im lebenden Zustande kennen zu lernen, nur noch mehr gesteigert hatten. Ich hatte unter anderem in Langenargen erfahren, dass sich die Kilche beständig in einer Tiefe von 30 bis 40 Klafter aufhielten, und deshalb nur sehr mühsam mit Grundnetzen zu fangen seien; auch würden diese Kilche, so erzählten die Fischer, aus der Tiefe des Sees mit so stark aufgetriebenem Bauche heraufgezogen, gleich als ob sie bersten wollten, und blieben in diesem Zustande kaum ¼ Stunde am Leben. Die Fischer theilten mir dabei ein Verfahren mit, durch welches sie die Kilche ein paar Tage am Leben erhalten könnten, und welches errathen liess, dass die Auftreibung des Bauches von der ungewöhnlichen Ausdehnung der in der Schwimmblase enthaltenen Luft herrühre. Jenes Verfahren, welches die Fischer mit dem Namen Stupfen bezeichneten, besteht nun darin, dass ein zugespitztes Holzstäbchen neben der Afteröffnung in die Bauchhöhle des Fisches bis zu einer bestimmten Tiefe eingeschoben wird, worauf alsdann nach dem Zurückziehen des Stäbchens Luft mit pfeifendem Geräusch aus der Bauchhöhle hervordringt, die Bauchwandungen bis zu ihrem normalen Umfang sich zusammenziehen und der so operirte Kilch munter unter Wasser sich fortbewegt und fortlebt, während er vorher mit dem Rücken nach unten und mit dem kugelförmig aufgeblähten Bauch nach oben gerichtet an der Wasseroberfläche hängend sich kaum hat fortbewegen können.

Erst nach der Mitte des October hatte ich mich wieder in Langenargen eingefunden; die Fischer waren auf meine Ankunft vorbereitet, hatten das sehr complicirte Fischzeug hergerichtet, und warteten (es war am 26. October Vormittags) auf den Abzug des Nebels, um mit mir zum Kilchfang in den See hinauszufahren. Der See war klar und ruhig, die Luft windstill, nur der Himmel wollte sich nicht aufheitern, dennoch versuchten wir es, einen Zug zu thun und ruderten hinaus in den See bis zu derjenigen Stelle, welche die Fischer die Halde nennen, das ist nämlich diejenige Stelle, wo das seichte Wasser aufhört und der Grund sich ziemlich jähe in die Tiefe senkt.

Ein hier eingerammter Pfahl diente zur Befestigung des einen Tauendes des Netzes, welches von da ab, weit hinaus in den See gebracht und dort versenkt wurde; nachdem man mit dem andern Tauende nach dem Pfahl zurückgekehrt war, wurde noch einige Zeit gewartet, um dem mit Gewichten beschwerten Netze Zeit zu lassen, bis auf den Grund zu sinken, da an der Stelle, wo das äusserste Ende des Netzes versenkt worden, nach Aussage der Fischer sich eine Wassertiefe von 40 Klafter befinden sollte. Nachdem die Fischer nun auch das Schiff an den eingerammten Pfahl befestigt hatten und versichert zu sein glaubten, dass das Netz Zeit genug gehabt, den Grund des Sees zu erreichen, wurde an den beiden langen Tauen, welche von den Enden des schweren Netzes abgingen, dasselbe durch vier Personen langsam heraufgezogen, zu welcher Arbeit ein Zeitaufwand von fast einer Stunde nöthig war. Als die beiden Taue schon ziemlich weit heraufgebracht waren und geschüttelt das klare Seewasser trübten, machten mich die Fischer mit einer gewissen Genugthuung hierauf aufmerksam, indem dies ein Beweis sei, dass das Netz, worauf ja zum Gelingen des Zugs alles ankam, den Grund des Sees wirklich erreicht habe. Endlich konnte auch das Netz aus dem Wasser gehoben werden, aber noch wurde meine Erwartung auf die Probe gestellt, bis zuletzt das Ende des langen Netzes, der eigentliche Sack mit seinem Inhalte zum Vorschein kam. Dieser leuchtete mir schon aus der Tiefe als weissglänzende Körper entgegen, welche sich nach und nach immer deutlicher als dick aufgeschwollene Kilche zu erkennen gaben, und recht eigentlich den Namen Kropffel-

Digitized by Google

chen verdienten. Der Zug war übrigens sehr befriedigend ausgefallen, nahe an 40 Kilche waren in das Netz gegangen, zu denen sich noch mehrere Barsche und einige sehr kleine Saiblinge gesellt hatten. Sämmtliche Kilche hatten einen ballonförmig aufgetriebenen Bauch und hingen mit dem Rücken nach unten an der Oberfläche des Wassers. Aus ihrer Mattigkeit und aus ihrem vergeblichen Bestreben, in die Tiefe des Wassers niederzutauchen, entnahm ich, dass sich diese Kilche in einem ganz unnatürlichen und höchst unbehaglichen Zustande befanden. Da dieselben nach kurzer Zeit dem Absterben nahe waren, liess ich sogleich an einigen derselben, um sie vom schnellen Tode zu erretten, das oben erwähnte Stupfen vornehmen. Ich hatte jetzt Gelegenheit, die Geschicklichkeit zu bewundern, mit welcher die Fischer von Langenargen diese Operation ausführten. Ich überzeugte mich dabei, dass dieselben das zugespitzte Holzstäbchen durch die Oeffnung, welche sich bei diesem Fische, wie bei allen Salmoneern, dicht hinter dem After befindet, sehr vorsichtig in die Bauchhöhle einschoben und demselben eine Wendung nach vorne gaben, wodurch die Schwimmblase angestochen werden musste. Nach dem Herausziehen des Holzstäbchens strömte sogleich die Luft der verletzten Schwimmblase mit einem pfeifenden Ton aus der Bauchhöhle nach aussen. Die gestupften Kilche erhielten unter allmähligem Zusammenziehen ihrer Bauchwandungen die gewöhnliche Renkengestalt wieder und schwammen, in ihren Wasserbehälter zurückversetzt, in demselben munter und wie jeder gesunde Fisch mit nach oben gerichteten Rücken umher.

Aus diesen Beobachtungen geht offenbar hervor, dass die Kilche bestimmt sind, beständig in einer sehr grossen Tiefe des Wassers zu leben. In einer Tiefe von 40 Klafter haben diese Kilche und ihre mit Luft gefüllte Schwimmblase einen Druck von ungefähr 7½ Atmosphären auszuhalten. Werden diese Fische nun aus ihrem natürlichen Aufenthaltsorte hinauf an die Wasseroberfläche gebracht, wo der Druck von nur 1 Atmosphäre von aussen auf sie einwirkt, so wird die in ihrer Schwimmblase eingeschlossene Luft, welche bisher unter dem Drucke von 7½ Atmosphären gestanden hat, bei dem Heraufziehen der gefangenen Fische allmählig eine Druckverminderung um 6½ Atmosphären erleiden und sich in gleichem Verhältnisse ausdehnen; indem aber einer solchen Ausdehnung die dünnen Wände der Schwimmblase, sowie die nachgiebigen Bauchwandungen des Kilch nicht widerstehen können, muss der Bauch dieses Fisches auf diese Weise sich ausdehnen und die obenerwähnte unförmliche Gestalt annehmen, wodurch eine so starke Zerrung und Verschiebung der Baucheingeweide veranlasst und zugleich ein so heftiger Druck auf die Blutgefässe derselben ausgeübt wird, dass der baldige Tod eines solchen trommelsüchtig gewordenen Fisches unausbleiblich erfolgen muss. Aber nicht bloss die Kilche, sondern auch die Barsche, welche in ihrer Gesellschaft jene Tiefe des Sees bewohnt hatten und mit ihnen heraufgezogen worden waren, hatten durch den bei dieser Ortsveränderung erlittenen verminderten Aussendruck grosses Ungemach auszustehen. An allen diesen Barschen sah ich die Rachenhöhle mit einem sonderbaren, einer geschwollenen Zunge ähnlichen Körper ausgefüllt, welcher bei einigen sich sogar aus dem Maule hervordrängte. Bei näherer Untersuchung überzeugte ich mich zu meinem grössten Erstaunen, dass dieser pralle kegelförmige Körper der nach aussen umgestülpte Magen dieser Raubfische war. Auch in ihrer Schwimmblase hatte sich die Luft nach aufgehobenem äusseren Druck ausgedehnt; die bei diesen Fischen weniger nachgiebigen Wände der Schwimmblase hatten sich aber nicht mit ausgedehnt, sondern waren geplatzt, die auf diese Weise in die Bauchhöhle übergetretene Luft hatte zuletzt, indem die festeren Bauchwandungen dieser Fische Widerstand leisteten, von innen her den Magen aus der Bauchhöhle hinausgedrängt und in die nachgiebige Rachenhöhle hineingestülpt [1]).

1) Diese Erscheinung ist an dem Barsche übrigens schon öfter beobachtet worden, und die Windsucht dieses Fisches, von welcher *Hartmann* in seiner helvetischen Ichthyologie (S. 67) spricht, ist gewiss auf dieselbe Weise, wie ich es oben be-

In gastronomischer Beziehung will ich nun noch hinzufügen, dass der Kilch ein sehr zartes und schmackhaftes Fleisch besitzt, welches durch und durch von einem feinen Oel getränkt ist. Es mag dieser letztere Umstand ebenfalls mitwirken, dass die gefangenen Kilche mit ihrem von Luft aufgetriebenen Leib so leicht in Verderbniss übergehen. Ob es ausführbar und auch lohnend sein dürfte, den Kilch etwa nach dem Starnberger-See, Ammer-See oder Chiem-See vermittelst der künstlichen Fischzucht zu verpflanzen, muss ich dahin gestellt sein lassen. Jedenfalls verdient der Kilch eine grössere Beachtung, als sie ihm bisher geworden ist.

Die Peyer'schen Inseln (plaques) der Vögel.

(Widerlegung gegen Herrn Prof. *Leydig*.)

Von **J. Basslinger** in Wien.

Ich habe im Jahre 1854 in den Sitzungsberichten unserer kaiserlichen Akademie[1]) eine Abhandlung veröffentlicht, worin ich die Anatomie der Peyer'schen Drüsenhaufen von der Gans beschrieb. Eine der daselbst festgestellten Thatsachen, die Fortsetzung der Follikelmasse in die Darmzotten, ist von Herrn Prof. *Leydig* in seinem ausgezeichneten Lehrbuche der Histologie[2]) geläugnet worden. Die sogleich mit Sorgfalt von mir wiederholte Untersuchung hat mich aber belehrt, dass meine Angaben vollkommen richtig waren. Da ich gegenwärtig, durch ein medizinisches Rigorosum verhindert, die genauere mit Abbildungen begleitete Darstellung dieses Verhältnisses für eine neue vergleichende Beobachtungsreihe vorbehalten muss, die ich seiner Zeit über diesen Gegenstand und manches, was damit zusammenhängt, veröffentlichen werde, so will ich einstweilen nur die dort gewonnenen Resultate abermals feststellen, wie ich sie nach wiederholter Untersuchung an der Gans, Ente und am Sperling bestätige:

1) Die Peyer'schen Inselgruppen sind sowohl der Fläche als der Tiefe nach ein Agglomerat jener Einzelfollikel, wie man sie an den zwischenliegenden Stellen des Darms überall vorfindet. Sie haben der Fläche nach ein Areal etwa wie eine Haselnuss, mit ovaler oder runder Umgrenzung; der Tiefe nach liegen sie (wie man auf Durchschnitten sieht) gleichsam in Stockwerken über einander. Das Bild des Ganzen stellt sich also heraus, wie wenn man einen Haufen von Kugeln über einander schichtet.

2) Sie haben unvollständige Wandungen, denn man sieht an den über einander geschichteten Follikeln wechselseitige Communication.

schrieben, entstanden: »der Leib erscheint nämlich aufgetrieben, und aus dem Munde tritt eine keilförmige Blase. Sehr irrig (fährt *Hartmann* fort) halten diese die Fischer für die Schwimmblase: sie ist nichts anders, als die herausgetriebene innere Mundhaut des Fisches. Zu *C. Gessner's* Zeiten glaubte man am Genfersee, dass dies dem Barsch aus Zorn begegne.«

1) Wien, 1854, Bd. XIII, S. 536.

2) Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere von Dr. Franz *Leydig*, Professor an der Universität zu Würzburg. Frankfurt a. M. 1857. S. 320.

Digitized by Google

3) Die Grenze nach unten ist die äussere Längsmuskelhaut, in welcher nie Peyer'sche Follikel vorkommen. Ein Theil derselben begrenzt sich schon früher.

4) Die Grenze nach oben ist weniger allgemein ausdrückbar: einige reichen bis unter das Cylinderepithelium der Schleimhaut, während andere schon im Bindegewebe derselben enden. Wenn wir die innere Längsmuskelhaut (analog der Schleimhautmuscularis der Säugethiere) als Trennungsfläche annehmen, so erhalten wir ein über und ein unter derselben, d. h. ein hoch- und ein tiefliegendes Stratum der Follikel. Die Communication beider geschieht mit flaschenförmig verschmälerten Hälsen.

5) Auf den Peyer'schen Inseln finden sich wahre Zotten (gleich denen der übri- Schleimhaut), wie man sich durch Ausschneiden mittels der Cooper'schen Schere am frischen Darm überzeugt. Sie sind entwickelter als die der Umgebung.

6) Die oberste Schicht der Peyer'schen Follikel ragt zum grösseren Theile in breiten Kuppen gegen die Darmhöhle vor, indem sie theils aus den Zwischenräumen der Zotten aufstreben, vor allem aber dadurch, dass die sonst einfachen Querfalten zweier Zotten auf den Inseln durch vollständige Erfüllung mit Cytoblastenmasse als Peyer'sche Elemente auftreten. — Zotten und Peyer'sche Kuppen sind ringförmig von den Ausmündungen der Lieberkühn'schen Krypten umgeben.

7) Endlich, und worauf es hauptsächlich hier ankommt, sieht man sehr häufig die hochliegenden Peyer'schen Drüsenmassen eine Strecke weit in die Basis der Zotten sich fortsetzen, und in dieser ohne allen Contour, gleichsam durch allmälige Verdünnung enden, wie diess auf den Tafeln meiner citirten Abhandlung gezeichnet ist. Ich habe neuerlich Zotten gesehen, die fast bis an die Spitze mit Drüsenmasse erfüllt waren.

Was *Leydig* abbildet (eine scharfbegrenzte Einzeldrüse unter einer Zotte) habe ich tausendmal gesehen, sowohl in den Inseln als namentlich an den isolirten Follikeln, aber das ist noch nicht Alles, und kann keineswegs zur Widerlegung der von mir gefundenen Thatsache dienen. Ich habe in meiner Abhandlung auch gar kein Gewicht darauf gelegt, weil ich nicht das Bekannte, sondern das Neugefundene darzustellen hatte.

Zotten, die ganz oder in verschiedenen Graden mit Chylus erfüllt sind, habe ich oft gesehen, und müsste eine Verwechslung mit solchen entschieden zurückweisen. Auch habe ich nicht langgezogene Fortsätze der Peyer'schen Drüsen mit den durch ihren Chylusraum und ihr Gefässnetz leicht kennbaren Zotten verwechselt. Ich wage es nicht, meine Behauptung einer directen Communication auch auf die solitären Follikel auszudehnen, da ich sie nie an diesen, sondern immer nur an den Inseln gesehen habe. Man sieht es nicht an jeder Zotte, aber an sehr vielen, und ich lade, wer das nicht glauben will, ein, an Durchschnitten des ausgespülten und mit leichter Aufspannung eingetrockneten Darms sich zu überzeugen. Ich schneide diese Schnitte in ein mit Wasser gefülltes Uhrgläschen, damit sie anquellen, nehme sie nach ¼ oder ½ Stunde einzeln aufs Objektglas, gebe ein Tröpfchen Essigsäure darauf, und warte (um die Einwirkung nicht zu stören) noch ein Weilchen zu, ehe das Deckglas darauf kommt. — Eine spezielle Anfüllung des Chylusraums (mit der Drüsenmasse) habe ich nie gesehen.

Zum Schlusse bitte ich irgend einen Anatomen, der dieses liest, um die Gefälligkeit, sich einige Tage mit diesem Gegenstande zu beschäftigen, da in einer so wichtigen Sache die Autorität eines jungen Mannes vielleicht nicht entscheidend genug ist. Mittheilungen an mich (um die ich herzlich bitte) würden am besten durch das physiologische Institut vermittelt.

Digitized by Google

Ueber die Chylusgefässe der Vögel.

Von **J. Basslinger** in Wien.

Claude Bernard hat im 2. Bande seiner Leçons de physiologie expérimentale[1]) neue Ansichten über Fettresorption und Chylusgefässe entwickelt.

Er giebt zu, was durch *Brücke*, *Funke* etc. feststeht, dass der grösste Theil der Fette unverseift resorbirt wird, allein er bestreitet die Allgemeinheit des Satzes, dass die Chylusgefässe des Darms die Organe der Fettresorption seien. Er theilt bezüglich dieser die Wirbelthiere in zwei Gruppen:

Die einen, Menschen und Säugethiere, bei denen die Lymphgefässe des Darms wirkliche Chylusgefässe sind, d. h. der Fettresorption vorstehen, — alle diese haben ein geschlossenes Pfortadersystem.

Die andere: Vögel, Amphibien, Fische. Hier sind nicht die Lymphgefässe, sondern die Venen des Darms das Organ der Fettresorption, d. h. sie haben (physiologisch gesprochen) keine Chylusgefässe, und immer communicirt hier das Pfortadersystem mit der Hohlvene.

Als Beweis dafür werden folgende Thatsachen gebracht, die durch höchst zahlreiche Beobachtungen, namentlich an verdauenden Vögeln nach fetthaltiger Nahrung, gewonnen sein sollen:

1) Nie sieht man, wie bei den Säugethieren, milchweissen Chylus (liquide blanc, matières grasses émulsionnées) während der Verdauung in den Lymphgefässen des Darms, die übrigens bei Vögeln auch wenig zahlreich sind.

2) Sie lassen sich auch nicht künstlich (durch Injection) mit Fett anfüllen. Wenn man nämlich Fett, in Aether gelöst, vom Oesophagus her in den Dünndarm bringt, so wird diese Lösung von den Chylusgefässen rasch resorbirt und lässt nach Verdunstung des Aethers das Fett als Injection derselben zurück. Dadurch werden bei Säugethieren auch die vorher nicht sichtbaren, d. h. leeren Chylusgefässe sehr deutlich sichtbar, bei den Vögeln dagegen nie, d. h. ihre Lymphgefässe nehmen kein Fett auf.

Aus beiden Beobachtungen gehe hervor, dass entweder das Fett im gelösten Zustande in diesen leerscheinenden Chylusgefässen enthalten sei, oder (da das keineswegs bewiesen werden könne), dass ein anderes Organ dessen Resorption vermittle. Und das seien die Venen der Darmwand, d. h. die als Venae mesentericae in der Darmwand haftenden Pfortaderwurzeln. Letzteres erhelle: 1) da die aufgenommenen Fette das Capillarsystem der Leber nicht passiren dürfen, aus der Allgemeinheit des Zusammentreffens (bei all diesen 3 Klassen) mit einer weiten directen Communication zwischen Pfortader und Hohlvene, dem Jacobson'schen Venensystem, das aus der unteren Hohlader kommend im Innern der Niere mit dem Pfortader communicirt; 2) aus der mikroskopischen Untersuchung des Pfortaderblutes und (da so die Fette ins Herz gelangen) auch des Herzblutes nach fetthaltiger Nahrung. Doch wird bemerkt, dass auch diese Menge Fett wenig beträchtlich war, und dass also die Vögel im Ganzen weniger Fett zu absorbiren scheinen als die Säugethiere.

Zugegeben, dass das Resultat der Fettinjection wirklich ein negatives gewesen ist, und dass (was keineswegs zu sein scheint) die Constanz jener venösen Communi-

1) Paris 1856. p. 310 etc.

Digitized by Google

cation in so ungeheuren Thierklassen wirklich mit der Vollständigkeit nachgewiesen worden sei, die zur Aufstellung eines allgemeinen Satzes unentbehrlich ist, muss dennoch *Bernard's* Ansicht als irrig bezeichnet werden, weil Chylusgefässe ganz mit demselben Inhalt wie bei Menschen und Säugethieren in der Darmwand der Vögel vorkommen. Das lässt sich am leichtesten bei der Ente und Gans constatiren, die, für den Menschen gemästet, immer im Resorptionszustande getödtet werden, und wovon unsere Märkte frisches und billiges Material täglich in Fülle liefern. Ich habe im Winter 1854, als ich die Chylusgefässe der Gans zu studieren begann, nahe an 150 Darmkanäle untersucht und unter 15—20 immer Einen gefunden, der in grösseren oder kleineren Strecken prachtvolle Chylusinjectionen darbot. Ihren »milchweissen festgeronnenen« Inhalt habe ich S. 1 meiner Abhandlung[1]) citirt. Nur an diesem Inhalt erkennt man die Form und anatomische Verzweigung der sonst unsichtbaren Chylusnetze. Die Peritonealseite eines solchen Dünndarmstückes zeigt ein weissliches strotzendes Maschenwerk mit polyedrischen (oft sechseckigen) und meist nach der Längsrichtung des Darms etwas in die Länge gezogenen Räumen. Wenn man zuerst das Peritoneum und vorsichtig dann die äussere Längshaut abzieht, so sieht man in jeder dieser Schichten ein solches Chylusnetz, beide durch Tiefenanastomosen in Verbindung stehend. Sie treten, auch bei geringerer Injection, ganz deutlich hervor, wenn man die abgelöste und unter das Mikroskop zu bringende Schicht mit Glycerin und Essigsäure durchtränkt. In den Ecke der Maschen liegen knotige Anschwellungen mit deutlichen Klappen, von ihnen gehen senkrechte Aestchen in die Tiefe der Ringmuskelhaut, deren starke und energische Contraction leider mit der Injection auch jede weitere Verfolgung aufhebt. — So weit das Bild der vollkommensten mir vorgekommenen Injectionen. Es ist unbegreiflich, dass solche *Bernard* nicht eben so zahlreich sollten vorgekommen sein. Vielleicht hat er zu seinen Untersuchungen den Sommer gewählt, in welchem die Chylusinjectionen (entweder durch ursprünglich schlechtere Gerinnung oder durch raschere Verflüssigung) in der Regel sehr schlecht sind.

Die Gründe, die ich nach meinen Studien an gut injicirten Chylusstrecken der Gans gegen *Bernard's* Lehre vorbringe, sind folgende:

1) Der Inhalt der Chylusnetze in der Darmwand ist vollkommen identisch mit dem der Säugethiere, d. h. ganz so fetthaltig wie dieser. Die Masse ist milchweiss im auffallenden, dunkel oder fast schwarz im durchfallenden Licht; weich, oder zuweilen so festgeronnen, dass man sie aus den durchschnittenen Gefässen in wurstförmigen Pfröpfen herausdrückt; besteht zum allergrössten Theile aus Fetttropfen, der Rest sind geronnene Albuminoiden, — beides kenntlich durch die bekannten Reactionen. (Ich hatte öfters chyluserfüllte Darmportionen von Menschen und Säugethieren zur mikroskopischen Untersuchung.)

2) Mit ganz derselben Chylusmasse sieht man (und vorzüglich an den erwähnten Stellen) die Hohlräume der Zotten erfüllt: entweder regelmässig in der ganzen Länge oder als dunkle massenhaftere Anhäufung in der Zottenspitze[2]). Es ist durch ausgezeichnete Arbeiten, namentlich neuerlich durch Prof. *Brücke*[3]) festgestellt, dass die Gewebsspalten der Zotten, direct in die umwandeten Chylusgefässe mündend, die ersten Wege des Chylus sind. Allerdings ist bei den Vögeln dieser Zusammenhang der chylushaltigen Zottenräume mit den äusseren Chylusnetzen der Darmwand noch

1) Untersuchungen über den Darmkanal der Gans, Sitzungsberichte der k. k. Akademie der Wissenschaften in Wien, Bd. XIII. S. 536.

2) Der Hohlraum der Zotte erweitert sich nach oben zu einer Lacune, wie man an leeren Darmzotten gar nicht so selten sieht, wo dann der betreffende Theil der Spitze weisslich erscheint.

3) Ueber Chylusgefässe und die Resorption des Chylus. Denkschriften der k. k. Akademie in Wien. VI. Bd. (1853).

Digitized by Google

nicht nachgewiesen, weil durch die Contraction der starken Muscularis diese Zwischenanastomosen stets entleert gefunden werden; indess will ich doch bemerken, dass vor 3 Jahren Prof. *Brücke*, der eben seine Untersuchungen an Säugethieren und Menschen vollendet hatte, an einem der exquisiteren Präparate keine ihm auffällige Verschiedenheit entdecken konnte. Wie dem immer sei, Thatsache ist, dass der Chylus in die Zotten tritt. Warum thut er das? Die mit *Bernard* verträgliche Antwort ist: um von den Blutgefässen derselben resorbirt zu werden. Allein da wir gleich darauf die Fetttröpfchen nicht in den Blutgefässen, sondern in einem ganz anderen Gefässsystem, in den Chylusgefässen vorfinden, so fällt wohl *Bernard's* Ansicht zusammen, dass die Blutgefässe hier die Resorptionsorgane sind. — Wäre dies richtig, so müsste der Inhalt der Chylusgefässe wasserklar sein.

Sonderbar ist es nun allerdings, dass bei dem *Bernard*'schen Versuch in Aether gelöstes Fett in die Chylusgefässe nicht eindrang. Diess scheint im ersten Augenblick vorauszusetzen, dass entweder jene Chylusgefässe auch nichts Gelöstes, also gar nichts resorbiren, oder dass denselben eine unbedingte Aversion gegen Fett (gleichviel ob im molecularen oder gelösten Zustande) zuzuschreiben sei. Und nun haben wir eben bewiesen, dass sie sogar Fett in Körnchen wie die Säugthiere in sich aufnehmen. Dieser Widerspruch ist aber, wie ich glaube, sehr einfach zu lösen. Denn bei diesem Resorptionsversuch, der jedenfalls am lebenden Thiere gemacht werden muss, wird der Reiz des eingebrachten Aethers die Muscularis in heftige Contraction bringen, wodurch der Aufnahmsweg abgesperrt, also durch den Versuch selbst dasjenige vernichtet wird, was er hervorbringen wollte. Dass das gerade hier und nicht auch bei den Säugethieren geschieht, wird Demjenigen leicht begreiflich, der aus meiner angeführten Arbeit kennt, dass die Darmwand jener Vögel ausser dem Peritoneum fast ganz aus Muskeln besteht, indem das submucöse Bindegewebe, das bei den Säugethieren einen so ansehnlichen Theil der Darmdicke ausmacht, hier völlig fehlt und durch die breite Ringmuskelhaut ersetzt wird.

Weil man also bei den Vögeln sowohl die Lymphgefässe der Darmwand als die Hohlräume der Zotten mit fetthaltigem Chylus injicirt findet, so ist *Bernard's* Satz in seiner Allgemeinheit unrichtig, es sind (wenigstens bei den von mir untersuchten) wirkliche Chylusgefässe vorhanden, und die Resorption der Fette wird ganz nach denselben Gesetzen vollbracht, die wir bisher von den Säugethieren als Norm kennen.

Ich meine nicht, in der vorstehenden Abhandlung etwas besonders Neues oder Bedeutungsvolles gesagt zu haben, ja sie würde nie geschrieben worden sein, wäre es nicht um der merkwürdigen Entschiedenheit willen, mit welcher eine jedem Anatomen bekannte und geläufige Thatsache von dem berühmten Beobachter geläugnet wurde, und wegen der sonderbaren darauf gebauten Theorie.

Digitized by Google

Ueber eine pathologische Veränderung der Muskelfasern.

Von Prof. **C. Oehl** in Pavia.

Während einer im letztverflossenen Frühjahre mit Fröschen vorgenommenen Reihe von Versuchen musste ich diesen Thieren zwischen den hinteren Schenkelmuskeln Längsschnitte anbringen und, um die Wunden vor dem Eindringen von Unreinigkeiten zu sichern, die getrennten Hautstücke zunähen. In diesem Zustande wurden die sich selbst überlassenen Frösche bis nach erfolgtem Tode in Erde aufbewahrt und sodann zur genauen Untersuchung des operirten Gliedes geschritten. In einigen der so behandelten Thiere ergaben sich zufällig mehr oder weniger bedeutende, zum Theil unvermeidliche Verletzungen der Muskeltheile und gerade in einem dieser Fälle beobachtete ich bei der Section nachfolgende Erscheinungen.

Die Stümpfe der während der Operation verletzten Muskelbündel erschienen als purpurrothe, gelatinöse Masse, welche, unter der Loupe ein vielfach blasenförmiges Ansehen darbietend, im ersten Momente an einen Haufen von Entozoen-Eiern erinnerte.

Bei der mikroskopischen Untersuchung dieser secundären Muskelbündel stellte es sich heraus, dass beinahe alle Muskelfasern die ihnen eigenthümliche Querstreifung eingebüsst hatten, während viele derselben eine unregelmässige Längsstreifung darboten, welch letztere jeder einzelnen Muskelfaser das Ansehen gab, als wäre dieselbe ein Aggregat von mehreren kurzen mit ihren Längendurchmessern parallel zur Achse der Muskelfaser verlaufenden Faserzellen. Inmitten dieser durch $\bar{A}$ klar und deutlich erscheinenden Längsstreifen gewahrte man hie und da die gewöhnlichen länglich runden Kerne, welche in der Richtung ihrer Längenachse dunkle Granulationen enthielten.

In einem dergestalt in seinen Struktur-Verhältnissen veränderten primitiven Muskelbündel konnte man mit ausgezeichneter Klarheit zwei durch dunkle Ränder sehr genau begränzte ovale Oeffnungen im Sarcolemma wahrnehmen, deren zur Achse der Primitivfaser parallel gelegene Längendurchmesser $0{,}008^{mm}$ betrugen. Aus beiden beinahe in gleicher Querrichtung befindlichen Oeffnungen war die im Inneren enthaltene Muskelsubstanz schlingenartig hervorgetreten, um zwei reguläre birnförmige Geschwülste zu bilden, in welchen man deutlich die derart bedungene concentrische Streifung gewahrte, und deren grösster Querdurchmesser den Werth von $0{,}033^{mm}$ erreichte.

Die beiden birnförmigen Körper ruhten mit einem Theile ihres Stielchens auf der Muskelfaser, während der Rest frei von den Rändern derselben herabhing, ein Umstand, welcher durch die leiseste Berührung des Deckblättchens oder durch sonstige Kunstgriffe eine nicht unbedeutende Oscillation der an ihren Stielen befestigten Körper veranlasste.

Nach meiner Ansicht würde der Einwurf, dass die an der beschriebenen Muskelfaser beobachteten Erscheinungen durch künstliche Verletzung des Sarcolemma während der Zubereitung des Exemplares veranlasst worden seien, um so unhaltbarer erscheinen, als man in derlei Fällen, selbst bei zugegebener Möglichkeit einer künst-

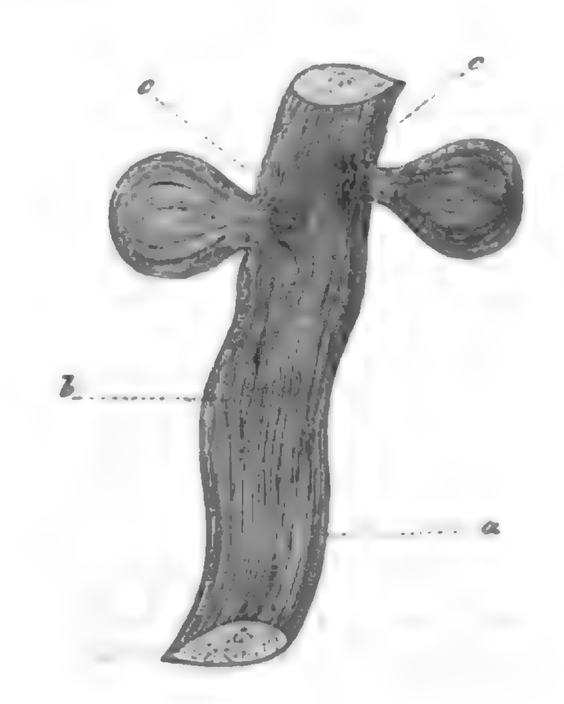
Digitized by Google

lichen Bildung von zwei so regelmässigen und winzig kleinen Oeffnungen im Sarcolemma, bis jetzt noch keine Erscheinung, weder bei partiellen, noch bei totalen Querverletzungen der Muskelfasern, beobachtet hat, welche durch Austreten und Lagerung des Inhaltes der Muskelfaser mit den oben beschriebenen auch nur in die entfernteste Beziehung gebracht werden könnte.

Um die Bildung der erwähnten Geschwülste genügend erklären zu können, scheint es mir unerlässlich den Fortbestand der contractilen Eigenschaft der Muskelfaser auch nach deren Verletzung zu beanspruchen. Es wurde bereits im Eingange erwähnt, dass die Muskelbündel in allen Theilen, wo dieselben verwundet wurden, ein blasenförmiges Ansehen unter der Loupe darboten, während das Mikroskop, das Räthsel enthüllend, zeigte, dass die veränderten Muskelfasern, statt der ihnen eigenthümlichen regelmässig cylindrischen Form, nunmehr wechselweise starke Anschwellungen und tiefe Einkerbungen darboten, wodurch sie im riesigen Massstabe jenes perlschnurartige Ansehen erhielten, welches man im Kleinen bei den Muskelfibrillen vieler Thiere zu beobachten gewohnt ist.

Es ist nun sicherlich erlaubt zu behaupten, dass die Ursache dieser Veränderung der Muskelfasern in den Contractionen derselben lag, und dass die fortwährende Anschwellung der hierdurch gebildeten Knoten den vom Sarcolemma dargebotenen Widerstand schliesslich überwand, und nach erfolgter Berstung desselben den Inhalt geschwulstartig hervortrieb.

Nach dem so eben Vorgetragenen wäre sohin der gegenwärtige Fall als ein wahrer, durch Berstung des Sarcolemma entstandener Bruch der Muskelfasern zu betrachten, der, wegen der Thiergattung, in welcher er beobachtet wurde, für den Praktiker zwar wenig Interesse hat, aber dem histologisch forschenden Arzte desto wichtiger erscheinen dürfte, wofern derselbe die Frage erläutern sollte, ob gewisse muskulöse Geschwülste nicht vielleicht ihre ursprüngliche Entstehung einem Bruch der primitiven Muskelfasern verdanken.



Beistehende Abbildung wurde am Mikroskop unter 450maliger Linear-Vergrösserung verfertigt.

a) Muskelprimitivbündel, der sein quergestreiftes Ansehen verloren hat.

b) Durchscheinender länglicher Kern mit deutlich gekörntem Inhalte längs der Hauptachse.

cc) Länglich runde Oeffnungen im Sarcolemma, aus welchen man von allen Randpunkten die primitiven Muskelfibrillen austreten sieht, um mit ihren freien Schlingen die vom Sarcolemma nicht eingehüllten Geschwülste zu bilden.

Berichtigung

zu *G. Wagener's* Aufsatz »Helminthologische Bemerkungen« gehörig.

S. Zeitschr. IX. Bd. 1. Hft. S. 90.

Die beiden letzten Zeilen des Aufsatzes S. 90 enthalten eine Unrichtigkeit. Man bittet folgenden Satz vor diesen beiden Zeilen einzuschieben.

Mit diesem Holostom oder Tetracotyle kommt noch ein andres Holostom in Schnecken, wie Planorbis etc. vor, was durch seine Organisation und Form auf Holostoma macrocephalum oder dem mit diesem wohl identischen Holost. erraticum hinweist.

Mit diesem Holostom aus Planorbis etc. ist auch das Holost. urnigerum, was ebenfalls ohne Geschlechtsorgane ist, sehr nahe verwandt, vielleicht identisch.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Ueber die gekreuzten Wirkungen des Rückenmarkes.

Von

A. v. Bezold.

Eine von der medicinischen Facultät in Würzburg gekrönte Preisaufgabe.

Motto: Nimia disputatione veritas amittitur!
Seneca.

Das Rückenmark ist einer derjenigen Bestandtheile des Wirbelthierkörpers, mit dem sich die Anatomen und Physiologen alter wie neuer Zeit viel geplagt und über den sie sich viel gestritten haben und noch streiten, ohne dass bis jetzt irgend ein solider Abschluss in der Anschauung dieses nervösen Stranges als Leitungsorgan und Innervationscentrum erreicht, oder auch nur die allgemeinsten Hauptpunkte in Bezug seiner physiologischen Leistung auf ihre anatomischen Grundlagen mit Sicherheit zurückzuführen wären. So klar uns der Verlauf der Nerven vor Augen liegt, sobald sie diesen Strang verlassen haben, so sehr wird ihr Verlauf Gegenstand des Streites, sobald sie, in denselben eingetreten, dem freien Auge entrückt sind. Gegenwärtig giebt es fast keinen wichtigeren Punkt in Bezug auf die Leitungsgesetze und den Faserverlauf im Marke, über den nicht wenigstens 2 entgegengesetzte Ansichten sich schroff gegenüberständen. Vom Baue des Centralkanales bis zur Frage vom Ursprunge der Nerven im Marke, von der Bedeutung der einzelnen Stränge bis zur Frage über die Bedeutung der Commissuren ist fast Alles noch streitig, giebt es fast keine Angabe, die nicht von anderer Seite her angezweifelt wäre.

»Ob und in welcher Weise das Rückenmark gekreuzte Wirkungen habe?« diese Frage gehört zu den am meisten discutirten, am meisten bestrittenen in der ganzen Lehre von den Functionen des Markes. Hier ist es auch die neueste Zeit, welche die verschiedensten Ansichten hervorgebracht und gehört hat. Ich halte es für eine passende Einleitung zu Versuchen, welche diese Frage zum Gegenstand hatten, die verschiedenen Resultate, zu denen die Experimentatoren im Verlaufe der Zeiten über diesen Punkt gelangten, etwas einlässlicher darzustellen, weil

wir auf der einen Seite den Standpunkt, auf dem wir uns gegenwärtig in dieser Beziehung befinden, am besten hiedurch würdigen lernen, und weil ausserdem die Entwickelungsphasen, die eine Streitfrage in verschiedenen Zeiten dargeboten, kennen zu lernen, ein nicht uninteressantes Bild gewährt von der Natur menschlichen Wissens und Forschens im Allgemeinen.

Hippocrates (Προῤῥητικῶν β' XXVI) lehrte bereits, dass bei Rückenmarksverletzungen eine Lähmung des Gefühles und der willkührlichen Bewegung in den Theilen unter der afficirten Stelle eintrete. Er wusste ferner, dass bei Verletzungen des Hirnes die Convulsionen auf der gleichen, die Lähmung auf der entgegengesetzten Seite war. Ueber die Frage, ob schon im Rückenmarke ein Uebergang der Eindrücke von einer Seite auf die andre stattfindet, findet man bei ihm nichts. An welchen anatomischen Stellen der Centraltheile nun dieser Uebergang, diese Kreuzung der Wirkungen vor sich gehe, darüber hat *Galen* (De locis affectis lib. IV. cap. VII; de administr. anat. lib. VIII. cap. 6. 8. 9) zuerst Experimente an jungen Schweinen angestellt, die ihn lehrten, dass im Rückenmarke selbst die Aufhebung der Function in den Körpertheilen unterhalb des Schnittes, auf der gleichen Seite erfolge. Die Kreuzung der Wirkungen war demnach nach *Galen* nicht im Rückenmarke.

Cooper (med. chirurg. transact. vol. 1 ed. 3. p. 200, Citat von *Nasse*) hat auch Experimente in Betreff dieser Frage angestellt. Er durchschnitt einem Hunde die eine Hälfte des Halsmarkes. Er fand, dass, obwohl der Schnitt bis zur Mittellinie gegangen war, doch einige Zeit nach der Operation die Gliedmaassen der verletzten Seite ein wenig bewegt wurden, so dass es ihm wie seinem Assistenten *Jeloly* vorkam, als ob die unverletzte Seite auf die verletzte hinübergewirkt habe.

Fodera hat (Magendie's Journal A. III. p. 199) die beiden Hälften des Lendenmarkes nicht ohne Störung der Empfindung und Bewegung bei einem Kaninchen durch einen Längsschnitt getrennt, so dass hier eine Kreuzung da zu sein schien.

Dagegen hat *Flourens* (Sur les propriétés et les fonctions du système nerveux dans les animaux vertébrés. Seconde édition. 1842. S. 118, 119) Versuche angestellt, welche ihn zu folgenden Sätzen führten:

»Die Reizung einer einzigen Seitenhälfte des Markes, sowohl des Rückenmarkes als des verlängerten Markes bringt immer Convulsionen auf der gleichen Seite hervor, und gleicherweise lähmt die Verstümmelung einer einzigen Seite des verlängerten oder Rückenmarkes nur die Theile der gleichen Seite. Das Rückenmark und das verlängerte Mark hat demnach nur eine gerade Wirkung.« (S. 121): »Die Säugethiere sind, was die gekreuzte Wirkung anlangt, den nämlichen Regeln als die Vögel unterworfen. Das Rückenmark der Amphibien bietet ebensowenig gekreuzte Wirkungen dar.

Friedr. Nasse (Bemerkungen und Untersuchungen über die Functionen des Rückenmarkes in Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie

Digitized by Google

Fr. und *H. Nasse.* Bonn 2. Heft 1835 S. 241) hat gleich *Galen* und *Flourens* keine gekreuzte Wirkung im Rückenmarke finden können. Er durchschnitt das Lendenmark eines jungen Hundes der Länge nach: weder die Bewegung der hintern Gliedmaassen noch die des Schwanzes schien zu leiden.

Es beginnt nun im Jahre 1839 mit den Versuchen *van Deen's* eine bedeutende Controverse über die Leitungsgesetze im Marke. *Van Deen* trat (traités et découvertes sur la physiologie de la moelle épinière. Leide. 1841) mit einer ganz neuen Theorie über die Circulation des nervösen Principes im Marke auf. Die Resultate einer Menge geistreich ersonnener, mannichfach modificirter Experimente an Fröschen ergaben ihm in Bezug auf den Uebergang des Gefühles und der Willenserregung von der einen Seite des Markes auf die andere Folgendes: In seiner ersten Abhandlung ist der wesentliche Schluss der: dass auf Reizung des linken oder rechten Vorderstranges des Rückenmarkes immer nur Bewegungen in der gleichen Seite des Körpers erfolgen (l. c. S. 12). In seiner zweiten Abhandlung führt er an, bei Vergiftung des Frosches mit Strychnin und Durchschneidung einer Seitenhälfte des Markes sei der Tetanus in der Extremität unter dem Schnitte ausgeblieben, in der Extremität auf der entgegengesetzten Seite vorhanden gewesen. Bei Durchschneidungen einer Seitenhälfte des Markes fand er zwar noch Bewegungen im Hinterbein der gleichen Seite, allein diese deutet er als Reflexbewegungen. Das Gefühl dagegen war in allen Fällen von halbseitigen Durchschneidungen des Markes in beiden Hinterfüssen erhalten. S. 88 gelangt er demnach zu dem Schlusse: »dass der Wille nur getrennt durch jeden Vorderstrang von vorn nach hinten gehe, dass hingegen das wirkliche Gefühl, ausserdem dass es sich durch die Substantia medullaris postica nach vorne bewege, sich auch vermittelst der Substantia gelatinosa von einer Seite auf die andere ausbreiten könne.« *Stilling* (Untersuchungen über die Functionen des Rückenmarkes und der Nerven mit spez. Beziehung auf die Abhandlung *van Deen's* 1842) unterwarf die Versuche *v. Deen's* einer sehr sorgfältigen experimentellen Kritik. Er kommt durch seine Experimente, die er gleichfalls an Fröschen anstellte, zu dem Resultate, dass das Gefühl nach der Trennung einer Seitenhälfte des Markes in beiden Theilen des Körpers unterhalb des Schnittes fortbestehe und ebenso die willkührliche Bewegung. Er nimmt eine eigenthümliche anatomische Construction im Rückenmarke an, durch die es möglich werde, dass der Wille von der einen Seitenhälfte des Markes auf die andere überspringe (S. 85). Aber auch für die einseitige Leitung des Willens in jeder Seitenhälfte zu den Gliedern der gleichen Seite sei gesorgt, indem Längstheilungen des Markes in der Mitte die willkührliche Bewegung nicht aufhebe, sondern nur die Harmonie in den Bewegungen des Körpers störe.

Gleichzeitig mit *Stilling* hat *Budge* (Untersuchungen über das Nervensystem. Erstes Heft. »Ueber den Einfluss der Centraltheile des Nerven-

Digitized by Google

systems auf die Bewegungen des Thierkörpers. 1841) halbseitige Durchschneidungen des Markes angestellt. Er fand dasselbe, wie *Flourens* und *Hertwig* (Heckers Annalen der ges. Heilkunde S. 145) und sagt (S. 20): »Unbezweifelt steht die Thatsache fest, dass die Bewegungsfasern im Marke stets auf derselben Seite bleiben.« Im zweiten Bande wirft *Budge* die Frage auf, ob die Gefühlsfasern einer Seite nur auf dieser bleiben, oder ob die von beiden zusammen communiciren. Aus 3 Versuchen an Katzen zieht er (l. c. S. 157) den Schluss »Gefühlsfasern der einen Seite streifen, wenn auch nur in relativ geringer Menge, auf die andre Seite des Rückenmarkes über.

Kürschner in s. Zusätzen zu Marshall Hall's Untersuchungen über das Nervensystem hat in seinen vorsichtig angestellten Experimenten durch Reizung der Vorderstränge des Markes in der Höhe des dritten Wirbelbogens Zuckungen der vordern und hintern Extremitäten derselben Seite gesehen; Thatsachen, die gegen Kreuzung sprechen.

In Frankreich war mittlerweile *Longet* (Anatomie et Phys. du syst. nerveux de l'homme et des animaux. Par. 1841 T. I. S. 268) sowohl durch eigne als durch fremde Experimente zu folgender Ueberzeugung gelangt:

»C'est encore une autre vérité, acquise à la science et établie sur des faits sans nombre, que l'abolition de la sensibilité et du mouvement a lieu dans le côté correspondant á la moitié de la moelle, ou siège la lésion; en un mot, que cet organe éxerce d'après l'expression reçue, une action directe et non croisée, comme cela s'observe pour la plupart des autres parties de l'axe cerebro-rhachidien. Irritez sur un animal vivant ou tué á l'instant même, la portion droite de la moelle séparée de l'encephale, les convulsions éclatent à droite, irritez la portion gauche, elles éclatent à gauche.«

Obgleich wir schon jetzt ziemliche Widersprüche zwischen den Beobachtern finden, so ist doch die Ueberzeugung von dem geraden Verlaufe der Leitungswege im Marke bei den meisten Beobachtern die vorherrschende.

Volkmann hat nun (Art. Nervenphys. in St. W. H. S. 553) die Angaben von *Deen*, *Stilling* etc. kritisirt. Er fand, dass Querschnitte, auf einer Seitenhälfte des Markes angebracht, die freiwillige Bewegung und Empfindung unterhalb des Schnittes lähmten, dass ferner Längsschnitte durch die Mittellinie des Markes weder die Bewegung noch die Empfindung beider Seiten beeinträchtigten. Er ist also ebenfalls ein entschiedener Gegner der gekreuzten Wirkungen.

Valentin (Lehrbuch der Physiologie 2. Auflage S. 455) sagt wie *Volkmann* und *Longet*: »Jede Seitenhälfte des Rückenmarkes entspricht, soviel man weiss, nur der gleichen Seitenhälfte des Rumpfes. Zerstört man die eine Seitenhälfte des Markes, so zieht dieser Eingriff keine Lähmung nach sich, die auf eine Kreuzungswirkung schliessen liesse.«

Da trat *Eigenbrodt* (die Leitungsgesetze im Rückenmarke, Giessen

Digitized by Google

1849) mit einer Reihe sehr exacter Versuche hervor, die im Wesentlichen Wiederholungen der von *Deen* und *Stilling* angestellten sind und die den Autor zu folgenden Schlüssen führten (S. 50):

Nach Durchschneidung einer Seitenhälfte des Markes beim Frosche besteht die willkührliche Bewegung und Empfindung in den Extremitäten derselben Seite unterhalb des Schnittes ungestört fort, wenn dieser in einer gewissen Entfernung von dem Ursprunge ihrer Nerven aus dem Rückenmarke gemacht wird. Sie wird mehr und mehr beeinträchtigt, je näher an dieser Stelle der Schnitt ausgeführt wird und endlich ganz aufgehoben. Bei Versuchen an Hunden, die er anstellte, fand er bei linksseitigem Querschnitte am dritten Lendenwirbel linksseitige Bewegungslähmung, Gefühl in beiden Seiten beeinträchtigt, doch nicht verschwunden. Bei höheren halbseitigen Querschnitten fand er den Fortbestand des Gefühls auf der verletzten Seite noch stärker ausgesprochen.

Als das Wesentliche ging demnach aus *Eigenbrodt's* Versuchen hervor, dass bei Säugern nach Durchschneidung einer Seitenhälfte des Markes das Gefühl, bei Fröschen das Gefühl und die willkührliche Bewegung auf der Seite des Schnittes fortbestehen. *Eigenbrodt* selbst hält nach diesen Verhältnissen das Vorhandensein einer Kreuzung der Wirkungen im Mark für sehr wahrscheinlich.

Die Versuche, die nun *Kölliker* nach *Eigenbrodt's* Vorbild in Gemeinschaft mit *Czermak* und *Corti* anstellte (S. Mikroscop. Anatom. Leipzig 1850. II. Erste Hälfte S. 438) bestätigten die Resultate *Eigenbrodt's* und erweiterten dieselben in der Weise, dass *Kölliker* bei Querschnitten am Halse bei Kaninchen auch die willkührliche Bewegung im Hinterfuss der verletzten Seite fortbestehen sah. *Kölliker* sagt ferner, »*Eigenbrodt* hat daher sicher den einzig richtigen Weg eingeschlagen, als er die Kreuzung im Marke selbst zur Aufklärung der angeführten Experimente zu Hülfe nahm« und erläutert nun schematisch die Thatsachen durch eine theilweise Kreuzung der sensibeln und motorischen Fasern im Marke. Allein die Möglichkeiten waren noch nicht alle erschöpft.

Brown Séquard führten seine zahllosen, an allen möglichen Thieren angestellten Untersuchungen im Jahre 1850 (Siehe Gazette médicale, société de Biologie, comptes rendus etc. von diesem Jahre) zu dem Schlusse: Dass die Leitung der willkührlichen Bewegung im Marke eine directe, keine gekreuzte sei, dass dagegen alle sensibeln Fasern gleich nach ihrem Eintritte im Marke sich kreuzten. Er fand Aufhebung der Empfindungen bei halbseitigen Querschnitten des Rückenmarkes auf der dem Schnitte entgegengesetzten Seite, Hyperästhesie auf der dem Schnitte gleichen Seite bei den Säugethieren constant, und behauptete das Nämliche für Frösche und Vögel, indem er sagte, dass *Deen* und *Stilling* nicht gehörig vergleichende Gefühlsmessungen an den Extremitäten angestellt hätten.

Digitized by Google

Im Jahre 1851 hat *Türck* in Wien eine Reihe von Versuchen angestellt (Ergebnisse physiologischer Untersuchungen über die einzelnen Stränge des Rückenmarkes. Sitzungsberichte der k. k. Acad. 1851. S. 427—430) aus denen er unabhängig von *Brown Séquard* zum Schlusse geführt wurde, dass Verletzung der Seitenstränge und der grauen Substanz eine Hyperästhesie auf der gleichen Seite hervorrufe und ebenso Anästhesie auf der anderen: letztere jedoch minder constant und minder andauernd. Ferner fand er bei Trennung eines Seitenstranges motorische Lähmung auf der gleichnamigen Körperseite, jedoch nur eine unvollkommene, indem die Lähmung der hintern Extremität nie so ausgesprochen war, als die der vorderen.

Schiff (Untersuch. zur Phys. d. Nervensystems) giebt bei der Mittheilung seiner Experimente über den Einfluss des Markes auf die Temperatur des Körpers Andeutungen über die Empfindung nach halbseitiger Durchtrennung des Markes, indem er sagt, dass immer die Gefühlsäusserungen des Thieres bei Reizung auf der verletzten Seite lebhafter waren, als auf der unverletzten.

In der letzten Zeit nun ist *Chauveau* in Lyon (S. Gazette méd. u. Gaz. hebdomadaire 1857 Nr. 21 S. 353) in der Academie des Sciences gegen *Brown Séquard* aufgetreten, indem er nach Experimenten, deren er mehr als 100 an Säugethieren angestellt habe, behauptet, dass »les impressions sensitives pour gagner l'encephale, suivent dans la moëlle épinière le côté, par lequel elles sont arrivées. Aussi la section d'une moitié laterale de l'axe medullaire loin d'augmenter la sensibilité dans le côté correspondant du corps, la fait entièrement disparaitre. Mais l'exagération apparente de l'excitabilité réflexe, qui se manifeste alors constamment, et souvent avec des proportions extraordinaires, peut être prise pour de l'hyperesthésie: confusion plus facile encore à commettre, quand il se manifeste des symptomes de sensibilité recurrente, provoqués par les contractions involontaires, que l'excitation du côté paralysé fait naitre dans les muscles du côté non paralysé.

Darauf hat *Brown Séquard* fast umgehend im Augusthefte der Gazette médicale 18. Aug. S. 512—513 geantwortet: er müsse auf seinen Beobachtungen bestehen, dass die Sensibilität im Marke gekreuzten Bahnen folge; allerdings bestände bei einigen Thieren die Sensibilität auch auf der entgegengesetzten Seite, wiewohl in schwächerer Weise fort, so dass in diesen Fällen nur eine theilweise Kreuzung anzunehmen sei. —

Halten wir nun zum Vergleiche eine ganz kurze Uebersicht über die Anschauungen, zu denen die anatomische Forschung über die Kreuzung der Fasern im Rückenmarke führte.

Es war zuerst das Verhalten der vorderen weissen Commissur, die *Cuvier* auf den Gedanken brachte, dass sie eine Kreuzung der Fasern vorstellen könnte (Leçons d'anatomie comp. t. II. p. 188). Ihm folgte *Sömmering*,

der schon in entschiedenerer Weise das Vorhandensein einer solchen Kreuzung aussprach (De corp. hum. fabr. t. IV p. 78. Citat von *Longet*).

Gall (Anat. et phys. du syst. nerveux t. 1 p. 42.) sagt, dass kleine Stränge in den zwischen 2 Strängen von entgegengesetzter Seite befindlichen Zwischenräumen in dieselben gegenseitig eingreifen, wie die Spitzen der Mahlzähne jedes Kiefers, wo die einen zwischen die andern sich einkeilen.

Calmeil (Citat von *Longet*. Journ. de Progrès. t. IX. p. 79 1828) sagt: »La commissure blanche ne doit elle point être considerée comme un simple pont de substance blanche, jeté entre chaque moitié de la moëlle épinière; elle est formée par une série des faisceaux ou fibres transverses, des languettes medullaires prenant alternativement leur origine dans chacune des colonnes du prolongement rhachidien, et établissent entre elles un veritable échange de fibres.

Als man anfing, das Rückenmark mikroskopisch zu untersuchen, wurde gleich im Anfange von den meisten Beobachtern das Vorhandensein querer Fasern, zwischen den Längsfasern eingestreut, mit Entschiedenheit behauptet.

Valentin, *Remak*, *Budge*, *Weber*, *Volkmann*, *Stilling*, *Wallach* haben diess mit Bestimmtheit gesehen. Alle diese Forscher hielten es jedoch für unausgemacht, mit welchen Bestandtheilen des Markes diese queren Fasern in unmittelbare Verbindung träten, und hielten es für unmöglich, durch die mikroskopische Forschung ein Endurtheil hierüber zu erlangen. Sie hielten es in specie nicht für auszumachen, ob dieselben der Ausdruck einer Faserkreuzung oder die Repräsentanten einer Commissur zwischen den gangliösen Elementen seien. Die Forscher der neusten Zeit nun theilen sich in zwei grosse Heerlager. Alle nehmen sie das Vorhandensein von queren Fasern zwischen beiden Seitenhälften des Markes an.

Die Einen nun halten sie mit mehr oder weniger Entschiedenheit für Kreuzungsfasern, sie selbst sind aber wieder unter sich sehr uneinig, mit welchem Theile die einzelnen Commissuren in unmittelbarer Verbindung stehen. Unter ihnen sind besonders *Kölliker*, *Stilling*, *Clarke*, *Schilling* (z. Theil), *Metzler* (z. Theil), *Remak*, *Lenhossek*, *Blattmann*, *Engel*, *Eigenbrodt* zu nennen.

Die andre Reihe der Beobachter deutet die queren Fasern des Markes als Commissuren zwischen den Ganglienzellen der Vorder- und Hinterhörner: *Owsjannikow*, *Bidder*, *Kupfer*, *Schröder van der Kolk*, *Rudolf Wagner*, in neuster Zeit ferner *Jacubowitsch*. Ihnen haben sich *Leydig* und *Funke* vorzugsweise angeschlossen. —

Wir sehen demnach auch hier den grössten Zwiespalt der Meinungen. Die Anatomen geben hier den Physiologen Nichts nach. Sehr anschaulich hat *Stilling* in seinem neusten Rückenmarkswerke die verschiedenen Ansichten neben einander gestellt; ich halte es daher für überflüssig, hierauf näher einzugehen.

Digitized by Google

Um eine möglichst handgreifliche Vorstellung von der Verwirrung zu geben, in der die Frage von den gekreuzten Wirkungen des Markes sich befindet, wird es gut sein, die verschiedenen Resultate, zu denen die Physiologen gelangt sind, in Folgendem übersichtlich neben einander zu stellen:

1) Es existirt keine Kreuzung weder der Willens- noch der Gefühlsleitung im Rückenmarke — *Galen*, *Flourens*, *F. Nasse*, *Longet*, *Kürschner*, *Volkmann*, *Chauveau*.

2) Die Leitung der willkührlichen Bewegung ist direct, ungekreuzt, die Leitung der Empfindung ist eine vollkommen gekreuzte: — *Brvwn Séquard*.

3) Die Leitung der willkührlichen Bewegung ist ungekreuzt, die Leitung der Empfindung wird auf 2 Wegen im Rückenmarke gleichmässig besorgt: *van Deen*.

4) Die Leitung der willkührlichen Bewegung ist ungekreuzt, die Leitung der Empfindung ist eine theilweise gekreuzte: *Budge*.

5) Die Leitung der willkührlichen Bewegung ist theilweise gekreuzt, die Leitung der Empfindung ist theilweise gekreuzt: *Fodéra, Cooper*, *Kölliker*, *Eigenbrodt*.

6) Die Leitung der willkührlichen Bewegung und der Empfindung geschieht durch beide Seitenhälften des Markes gleichzeitig und gleichstark, so dass bei Unterbrechung des einen Leitungsweges die Leitung durch den andern besorgt wird: *Stilling*.

Ein sehr einsichtsvoller Kritiker, *Ludwig* (Phys. S. 137), sucht wie ich glaube mit vollem Rechte einen Grund der Meinungsverschiedenheiten in dem Umstande, dass man Thiere verschiedener Klassen dem Versuche unterwarf und den Schluss von einem auf alle machte.

Es ergab sich von vornherein daher für jeden Versuch, diese Frage von Neuem durch Experimente am lebenden Thiere zu bearbeiten, die Aufgabe, die verschiedenen Thierklassen in dieser Beziehung einer vergleichenden Beobachtung zu unterziehen.

Es ergiebt sich ferner aus einer genaueren Beurtheilung derartiger Versuche von selbst, dass man die möglichst einfachen Verletzungen den complicirten vorziehen, und die Folgen der Verwundung als solcher, ferner den Blutverlust, die Reizung, das Fieber von den constanten Folgen, welche die mechanische Trennung der Leitungswege allein für sich ausübt, sorgfältig trennen müsse, dass man ferner die Grenzen des Erstrebten von denen des wirklich Erfolgten genau aus einander halte.

Diesen Anforderungen suchte ich insofern Genüge zu leisten, als ich meine Untersuchungen auf 3 Wirbelthierklassen vergleichend ausdehnte, als ich mich mit der einfachsten Verletzung, nämlich mit der Trennung der einen Seitenhälfte des Markes in den meisten Fällen begnügte, als ich die Beobachtung besonders in den ersten Stunden nach der Operation machte, wo die secundären Erscheinungen der Verwundung noch nicht so complicirt sind, als ich endlich die Thiere eine relativ kurze Zeit nach

Digitized by Google

der Vivisection tödtete und die genaue Section jedem Versuche nachfolgen liess.

Ich hielt es ferner für nöthig die Versuchsprotocolle, so wie ich sie während des Experimentes notirte, unmittelbar wiederzugeben, damit der Leser das möglichst objective Bild des Thieres und des Versuches habe und im Stande sei, den Schlussfolgerungen kritisch zu folgen. —

Die Versuche selbst, deren ich im Ganzen über 200 angestellt habe, wurden im physiologischen Laboratorium der hiesigen Anatomie gemacht, deren Räume und Hülfsmittel mir der Vorstand derselben, mein verehrter Lehrer Herr Hofrath *Kölliker* auf die liberalste Weise zur Disposition stellte. Hiefür und für die gütige Mittheilung der literarischen Hülfsmittel bin ich demselben zum innigsten Danke verpflichtet.

Ich beginne nun mit der Darstellung meiner Versuche bei den Amphibien.

I. Versuche an Fröschen.

Erster Versuch. 3. März, Nachmittags 3 Uhr. Einem weiblichen Frosche wird die linke Seitenhälfte des Rückenmarks unmittelbar unter der Spitze des Calamus scriptorius quer durchgeschnitten, indem ein feines Messer in die hintere Mittellinie des Markes eingestossen, und nach links hinaus geschnitten wurde. Die Haut- und Muskelwunde durch die Naht vereinigt.

Der Frosch ist gleich nach der Operation sehr munter und nach einer Viertelstunde macht er eben so kräftige Sprünge, als ein normaler Frosch. Keine der 4 Extremitäten in ihrer Function beeinträchtigt. Man bemerkt sehr wenig Unterschied in der Bewegungsweise der rechten und linken Vorderextremität. Kneipt man den Frosch an einer beliebigen Hautstelle der rechten oder linken Seite, oder betupft man sie mit concentrirter Säure, so drückt er ganz constant nach jedem Reize die Augen zu, zieht den Kopf zurück, strampelt mit den Beinen und sucht durch Springversuche, durch Winden des Oberkörpers aus den Händen des Experimentators zu kommen — kurz er benimmt sich ganz so, wie ein unverletzter Frosch. Kein Zeichen weder in der Bewegung noch in den Gefühlsreactionen verräth es, dass der Frosch am Marke verletzt sei.

4. März Nachmittags 2½ Uhr. Der Frosch ist vollkommen munter und macht äusserst kräftige Sprünge. Die Gefühlsreactionen, die durch Kneipen aller Körperstellen sorgfältig geprüft werden, sind wie gestern.

Dieselben Erscheinungen zeigen sich noch nach zweitägiger fortgesetzter Beobachtung. Am 4ten Tage nach der Operation schien es, als ob die Bewegungen der linken Oberextremität etwas schwächer wären als die der rechten. Es wurden aber alle Bewegungen, die die rechte Extremität ausführte, auch mit der linken geleistet. Am 4ten Tage nach der Operation wird er getödtet und die Section ergab eine vollkommen gelungene halbseitige Durchtrennung des Rückenmarkes, fast eine Linie über dem Abgange der grossen Nervenwurzeln für die Oberextremitäten.

Dieser Versuch wurde an 10 Fröschen stets mit gleichem Resultate ausgeführt.

Digitized by Google

Zweiter Versuch. 24. März Nachmittags 2 Uhr. Einem weiblichen Frosche wird das Mark dicht über dem Ursprunge der 2ten Nervenwurzel links quer halbseitig durchschnitten.

Zwei Stunden nach der Operation wird er genauer beobachtet. Er sitzt in seinem Glase, indem er auf die Hinterfüsse, die beide gleich gut an den Leib gezogen sind, und auf den rechten Vorderfuss sich stützt. Das linke Vorderbein hängt nach hinten und ist gelähmt. Er kriecht und hüpft vollkommen kräftig herum, indem das rechte Vorderbein und die beiden Hinterbeine vollkommen zweckmässig bewegt werden. Bei Zwicken des linken Vorderbeines wird dieses selbst nach hinten gestreckt; es entstehen Bewegungen in den vordern und den hinteren Extremitäten, Bewegungen des Kopfes, Einziehen der Augenlieder und Fluchtversuche. (Bei allen Gefühlsprüfungen wurden die Reize so angebracht, dass der Frosch das Instrument nicht sehen konnte.) Bei Betupfen des linken und rechten Vorderbeines mit Salpetersäure entstehen constant sehr heftige Bewegungen der oben beschriebenen Art. Durch Reizung eines der beiden Hinterfüsse werden dieselben Bewegungen hervorgerufen, gleichviel ob man rechts oder links den Reiz anbringt. Die Lähmung des linken Armes beschränkt sich auf diejenigen Muskeln, welche ihn nach vorn und auswärts strecken, adduciren und beugen.

25. März. Nachmittags 4 Uhr. Der Frosch wird getödtet. Die Section zeigt eine Durchschneidung der linken Rückenmarkshälfte ungefähr $^1/_4$ Linie über dem Abgange der Nerven für die linke Oberextremität bis zur Mittellinie. Dieser Versuch wurde mehrmals mit stets gleichen Folgen wiederholt.

Dritter Versuch. 29. März. Einem männlichen Frosche wird das Mark in der Gegend des 3ten Wirbels (unter dem Abgange der Wurzeln für die Oberextremität) links durchschnitten. Wunde durch die Naht vereinigt. Ist nach der Operation sehr munter und springt sehr lebhaft im Glase umher. Er sitzt gut, indem beide Hinterfüsse vollkommen gut an den Leib angezogen sind. Er macht sehr grosse und gute Sprünge. Die beiden Vorderextremitäten sind in ihrer Bewegung nicht beeinträchtigt. Ebenso wird in der Bewegung der beiden Hinterextremitäten durchaus kein Unterschied gegenüber den Bewegungen, die ein unverletzter Frosch macht, gesehen. Hält man den Frosch am Rücken in der Hand, so bewegt er abwechselnd beide Hinterextremitäten in die Höhe, um sich zu befreien, und zwar in einer äusserst energischen Weise.

Der Frosch wird nun an beiden Vorderbeinen gefasst, so dass seine Hinterbeine frei herabhängen. Leichte Reize an jedem Hinterbeine erzeugen jedesmal ein Zurückziehen des gereizten Beines. Kneipt man das rechte Hinterbein an beliebigen Stellen etwas stärker, so wird die gekneipte Stelle mit dem linken Hinterbeine abgewischt, ferner schreit der Frosch, drückt die Augen zu und bewegt den ganzen Körper, kratzt die Hand, die ihn hebt. Dieselben Bewegungen, in derselben Intensität und ebenso constant treten ein, wenn man beliebige Stellen des linken Hinterbeines kneipt, nur dass jetzt die gekneipte Stelle mit der rechten Hinterpfote abgewischt wird. Dieselben Reactionen erzielt man durch die Reizung der Vorderextremitäten. Ein Unterschied in der Constanz oder Energie der allgemeinen Bewegungen, welche auf das Kneipen der Vorder- und Hinterfüsse erfolgen, ist nicht zu bemerken.

30. März. Die Beobachtung zeigt die gleichen Bewegungssymptome als gestern. Wenn man den Frosch dasitzen sieht, und sieht, wie er springt, so glaubt man nicht, dass derselbe irgendwo am Marke verletzt ist. Neben einen

Digitized by Google

unverletzten Frosch gesetzt, sieht man keinen Unterschied in seiner gesammten Bewegungsweise. Die allgemeinen Reactionen auf Kneipen wie gestern.

31. März. Der Frosch noch immer sehr munter und kräftig. Bewegung und Gefühlsreactionen verhalten sich wie gestern. Er wird getödtet und die Autopsie ergiebt eine linkseitige Durchschneidung des Markes, unmittelbar unter dem Abgange der 3ten Nervenwurzel.

Dieser Versuch wurde 12mal mit gleichen Resultaten gemacht.

Vierter Versuch. Einem männlichen Frosche wird das Mark noch in der Höhe des unteren Endes des 3ten Wirbels links durchgeschnitten ($1/2$ Linie unterhalb der Stelle, wo im vorigen Versuch durchgeschnitten wurde).

Nach 2 Stunden genauer beobachtet. Sitzt aufrecht in seinem Glase, macht mit seinen 4 Extremitäten wohlgeordnete Bewegungen, springt, kriecht wohin er will. Die beiden Vorderbeine werden vollkommen gut bewegt und unterscheiden sich nicht hinsichtlich der Stärke und Energie ihrer Bewegung von denen eines normalen Frosches. Das rechte Hinterbein wird vollkommen gut an den Leib gezogen und ist in allen seinen Bewegungen ganz kräftig. Das linke Hinterbein macht alle Bewegungen, die das rechte macht, ebenfalls, allein nicht so energisch und kräftig. Es kann nicht ebenso nah an den Leib hergezogen werden, als das rechte; sonst wird Beug- und Streckbewegung im selben Umfange ausgeführt als rechts. Die Muskeln des Unterleibes auf der linken Seite sind gelähmt.

Bei leisem Kneipen des linken Hinterbeines wird dasselbe immer lebhaft angezogen, ebenso verhält sich das rechte Hinterbein.

Wird das rechte Hinterbein etwas stärker gekneipt, an beliebigen Stellen, so sucht der Frosch mit der linken Hinterpfote die Pincette wegzukratzen, macht mit den Vorderbeinen lebhafte Bewegungen, um fortzukommen, drückt die Augen zu, windet den Kopf und schreit. Dasselbe geschieht in gleichem Grade beim Kneipen des linken Hinterbeines an beliebigen Stellen. Die Reactionen, welche auf Reizung der Vorderextremitäten erfolgen, sind denen, welche durch Reizung der Hinterextremitäten eintreten, vollkommen gleich dem Grade nach.

An den 2 folgenden Tagen, an denen der Frosch beobachtet wurde, bleiben sich die Symptome vollkommen gleich. Der hauptsächlichste Unterschied zwischen der Bewegung des rechten und des linken Hinterbeines besteht darin, dass letzteres nicht mehr so nahe an den Leib angezogen werden kann, als das erste, dass es ferner, wenn man den Frosch so hebt, dass die Beine herabhängen, nicht so oft und nicht so energisch gebeugt und aufgehoben wird; dass ferner der Frosch, wenn er den Sprung gemacht hat, das rechte Bein immer eher zum Sitzen anzieht als das linke. In den Reactionen, die auf Reizung beider Beine erfolgen, ist kein Unterschied zu bemerken.

Er wird am 26. März getödtet. Bei der Section zeigt sich eine gute halbseitige Durchtrennung des linken Rückenmarks in der Gegend des unteren Endes des 3ten Wirbels. Dieser Versuch wurde öfters wiederholt, immer, wenn er gelungen war, mit gleichem Erfolge.

Fünfter Versuch. Einem männlichen Frosche wird die linke Seitenhälfte des Markes in der Höhe des 4ten Wirbels, eine halbe Linie über dem Abgange der 5ten Nervenwurzel durchgeschnitten. Wunde durch die Naht vereinigt. Am 28. März.

Nach der Operation ist der Frosch ziemlich munter. Er kriecht mit seinen beiden Vorderpfoten und seiner rechten Hinterpfote, die vollkommen leistungs-

Digitized by Google

fähig sind, umher. Die Bewegungen der linken Hinterextremität sind in der Weise gestört, dass sie nicht so vollkommen an den Leib angezogen wird, als die rechte. Beugung und Streckung des Unterschenkels und Fusses sind in vollkommenem Maasse, wie es scheint, willkührlich ausführbar. Diese Bewegungen des linken Fusses sind jedoch mit einigem Zittern der Muskeln verbunden. Während der rechte Oberschenkel beim Anziehen in eine der Körperaxe fast parallele Richtung gebracht wird, kann der linke Oberschenkel nur so weit gebeugt werden, dass seine Axe mit der des Körpers einen rechten Winkel bildet. Oft kommt der Frosch jedoch dadurch zum guten Sitzen, dass, während linker Unterschenkel und Fuss in der Beugung sind, er durch Strecken mit dem rechten Hinterbein und durch die Arbeit der obern Extremitäten seinen ganzen Körper zum linken Oberschenkel, der mit der Körperaxe im rechten Winkel war, in eine fast parallele Stellung bringt, so dass der Frosch oft dasitzt wie ein unverletzter Frosch.

Hebt man den Frosch in die Höhe, so sinkt das linke Hinterbein immer viel früher herab, als das rechte.

Das Springen gelingt ihm, jedoch etwas unvollkommener als einem normalen Frosche.

Die Reactionen auf das Kneipen der beiden Hinterbeine, unter sich, und mit denen verglichen, welche auf Reizung der Vorderextremitäten entstehen, bieten nichts Abweichendes vom normalen Verhalten dar. Er zieht den Kopf zurück, dreht ihn, drückt die Augen zu, schreit, agirt mit den Extremitäten auf jedes Kneipen von einer oder der andern Hinterextremität an beliebigen Stellen.

Am 29. März ist das Verhalten das gleiche. Er wird getödtet.

Die Section ergiebt eine gute halbseitige Durchschneidung des Rückenmarks an der oben bezeichneten Stelle.

Auch dieser Versuch wurde wiederholt angestellt.

Sechster Versuch. Einem männlichen Frosche wird in der Gegend des untern Endes des 4ten Wirbels, nicht weit über dem Ursprunge der Nerven für die Hinterextremitäten, das Mark links quer durchgeschnitten.

Nach 3 Stunden wird er beobachtet.

Er bewegt die beiden Vorderbeine und das rechte Hinterbein vollkommen gut willkührlich. Das linke Hinterbein hängt nach hinten. Es kann nicht willkührlich an den Leib gezogen werden. Beim Fortbewegen wirkt es in der Weise mit, als es durch Beugung und Streckung des Unterschenkels und Fusses, die in schwachem Grade ausführbar ist, den Körper weiter stösst, und den rechten Hinterfuss in seiner Function unterstützt. Die Reflexe, die das linke Hinterbein giebt, werden auch nicht im höheren Maasse, als durch Beugung und Streckung von Unterschenkel und Fuss hervorgebracht.

Die allgemeinen Reactionen, die man erhält auf Kneipen des linken Hinterbeines an beliebigen Stellen, sind ganz denen gleich, welche ein unverletzter Frosch auf stärkere Reize giebt. Alle Stellen des rechten und linken Hinterbeines, die gekneipt wurden, verhielten sich in dieser Beziehung normal. Es war kein Unterschied zwischen dem Grade der Reaction, den man auf Kneipen der Vorderextremitäten und der rechten Hinterextremität erhielt, und zwischen dem, der auf Reizung beliebiger Stellen des linken Hinterbeines erfolgte.

Der Frosch wurde noch 3 Tage lang beobachtet. Die Symptome blieben gleich. Getödtet und secirt zeigte er eine linksseitige Durchschneidung des

Digitized by Google

Markes bis zur Mittellinie, $^1/_4$ Linie über dem Abgang der Nervenwurzeln für die linke Hinterextremität am Anfange des 5ten Wirbels.

Auch dieser Versuch wurde wiederholt.

Siebenter Versuch. 24. März. Einem männlichen Frosche wurde, während er auf dem Weibchen sass, das Mark unterhalb der Rautengrube linksseitig quer durchschnitten. Die Haut- und Muskelwunde zugenäht. Während der Operation und nach derselben war durchaus kein Nachlass in der Energie und Festigkeit der Umarmung mittels beider Vorderbeine zu bemerken. Es wurde dann das Weibchen von ihm getrennt, an ihm eine ähnliche Operation gemacht und dasselbe dann wieder ins Glas zum Männchen gesetzt. Nach kurzer Zeit war die Umarmung wieder so fest als zuerst. Die übrigen Erscheinungen der Bewegung und Gefühlsreactionen verhielten sich wie in Exp. I. Der Schnitt war, wie die Section ergab, gut gelungen.

Achter Versuch. Einem grossen weiblichen Frosche wurde das Mark in der Gegend vom 1—3ten Wirbel der Länge nach getheilt, indem mit einem feinen Messer an der Spitze der Rautengrube eingestossen und bis unterhalb des Abgangs der Nerven für die oberen Extremitäten längs der hintern Mittellinie fortgeführt wurde, so, dass die vordere Fläche der dura Mater auch gespalten wurde. Die Wunde durch die Naht vereinigt.

Nach der Operation ist das Thier ziemlich munter. Es springt herum. Die beiden Vorderextremitäten werden vollkommen zweckmässig und harmonisch bewegt. Ebenso beide Hinterbeine.

Nach einiger Zeit ist er jedoch etwas deprimirt. Er zieht die vordern Extremitäten über den Rücken und den Kopf hin, als ob ihn hier etwas schmerze.

Kneipen der beiden Vorderbeine erzeugt sehr energische Reactionen. Er bewegt sich sehr lebhaft, drückt die Augen zu, windet seinen Kopf heftig hin und her, wischt mit der einen Vorderextremität, und mit den Hinterbeinen die gekneipte Stelle des andern Vorderbeines, und macht sehr energische Bewegungen, um sich aus der Hand des Experimentators zu befreien. Die Reactionen, die der Frosch auf Reizung der Vorderbeine giebt, übertreffen diejenigen, die nach Kneipen der Hinterbeine erhalten werden, an Heftigkeit und Ausdauer.

Am andern Tage dauern dieselben Symptome fort. Der Frosch wird nun getödtet und es zeigt sich eine sehr genaue Durchschneidung in der Mittellinie des Markes in der Ausdehnung der 2 ersten Wirbel. Der Versuch wurde öfters (8 Mal) wiederholt.

Neunter Versuch. 22. März. Einem männlichen Frosche, der gerade brünstig war, wurde das Mark in der Mittellinie der Länge nach in der Ausdehnung des ersten und zweiten Wirbels durchschnitten. Er hatte zuerst die Arme fest unter der Brust gekreuzt, gerade wie wenn er das Weibchen hätte. Während des Schnittes nun entstanden augenblicklich einige Zuckungen in beiden Vorderbeinen; gleich danach jedoch waren die Arme unter der Brust ebenso fest gekreuzt, als vorher. Einige Zeit nach der Operation, die ihn sehr angegriffen hat, ist er sehr deprimirt und verhält sich vollkommen ruhig. Kneipen der Vorderbeine giebt schwache Reactionen, ebenso Kneipen der Hinterbeine.

Am andern Tage jedoch sind die Reactionen äusserst gesteigert, bei Reizen, die auf die Vorderextremitäten applizirt werden, augenblicklich Tetanus der 4 Extremitäten. Jede willkührliche Bewegung, die er macht, ist von Krämpfen in den Beinen begleitet. Er wird getödtet. Es ergiebt sich eine

Digitized by Google

Durchschneidung des Markes längs der Mittellinie vom 1—3ten Wirbel. Theilweise rothe Erweichung an den Rändern der Rückenmarkswunde.

Zehnter Versuch. Einem weiblichen Frosche wurde das Mark in der Gegend des 3ten Wirbels in der Ausdehnung einer Linie, in der Mittellinie längs durchschnitten.

Er springt gleich nach der Operation vollkommen kräftig herum. Man erhält von allen Stellen des Körpers aus, wie beim normalen Frosch, ganz gute allgemeine Reactionen von der öfter beschriebenen Art.

Am darauf folgenden Tage zeigen sich starke Reizungserscheinungen. Die Hinterbeine sind angezogen, manchmal aber schnellen sie plötzlich hinten hinaus. Der Frosch ist sehr furchtsam und drückt bei jedem Versuch, ihn anzufassen, die Augen fest zu. Auf jedes Kneipen der Hinterbeine erhält man plötzliche Reflexe in denselben, Einziehen des Kopfes, Zuschliessen der Augenlieder. Auch auf Kneipen der Vorderextremitäten erhält man ähnliche allgemeine Bewegungen.

Am 3ten Tage nach der Operation sind die Erscheinungen noch immer vorhanden. Er schnellt sich fortwährend mit den Hinterbeinen fort. Er springt ungeschickt und fällt immer auf den Bauch auf.

Am 4ten Tage wird er todt gefunden. Es zeigt sich ein Längsdurchschnitt, in der Mittellinie des Marks in der Gegend des 3—4ten Wirbels. Ein Coagulum in der spaltförmigen Wunde. In der Umgegend rothe Erweichung der Marksubstanz.

Eilfter Versuch. 12. März.

Einem weiblichen Frosche wird das Rückenmark in der Gegend des 4—5ten Wirbels in der Ausdehnung von 1½ Linien der Länge nach in der Mittellinie durchgeschnitten.

Nach der Operation hüpft er sehr lebhaft und kräftig herum. Die Hinterbeine sind in ihrer Function durchaus nicht beeinträchtigt. Sie werden immer zu gleicher Zeit gebeugt und gestreckt, und ihre Hülfe, die sie der Fortbewegung des Thieres leisten, ist eine durchaus zweckmässige. Ihre Bewegungen sind vollkommen harmonisch. Der Frosch hüpft und kriecht herum, ohne dass irgend etwas Abnormes in seiner Bewegungsweise zu bemerken wäre. Kneipt man ihn an den Hinterfüssen, so giebt er sehr lebhafte allgemeine Reactionen, er windet den Kopf, drückt wiederholt die Augen zu, windet den Körper, macht mit Vorder- und Hinterpfoten energische Fluchtbewegungen. Die Reactionen, die auf Kneipen der Hinterbeine erfolgen, sind constanter, dauern länger an und sind heftiger, als die auf Kneipen der Vorderextremitäten eintretenden.

13. März. Der Frosch zeigt Reizungserscheinungen an den hintern Extremitäten, die Hinterbeine werden krampfhaft plötzlich an den Leib gezogen und schnellend nach hinten ausgestossen. Der Frosch ist sehr furchtsam. Auf leises Kneipen der Hinterbeine an beliebigen Stellen sehr lebhafte allgemeine Bewegungen des Körpers von der oft beschriebenen Art.

14. März. Zu den Erscheinungen der Reizung haben sich Erscheinungen der Schwäche in der Action der Hinterbeine gesellt. Reactionen auf Kneipen der Hinterfüsse bestehen in ungeschwächter Weise fort. Der Frosch wird getödtet. Das Mark zeigt sich in der Ausdehnung des 4—5ten Wirbels der Länge nach durchschnitten. Die Substanz des Rückenmarks zeigt sich an einigen Stellen sehr weich, geröthet.

Digitized by Google

Zwölfter Versuch. Am 19. März.

Einem männlichen Frosche wird das Rückenmark in der Ausdehnung vom 4—7ten Wirbel der Länge nach in der Mittellinie durchgeschnitten. Unmittelbar nach der Operation ist der Frosch ziemlich deprimirt. Im Verlauf einer Stunde jedoch hat er sich wieder erholt. Er setzt sich gut auf seine Hinterfüsse, springt und kriecht fort, Alles wie ein unverletzter Frosch. Reize, auf die Hinterextremitäten applizirt, erzeugen starke allgemeine Reactionen des Körpers. 3 Stunden nach der Operation werden die willkührlichen Bewegungen der Hinterbeine von leichten Krämpfen begleitet. Fasst man den Frosch an und hebt ihn in die Höhe, so werden die beiden Hinterbeine krampfhaft gestreckt, und abwechselnd gebeugt. Diese klonischen Krämpfe gehen schliesslich immer in Tetanus der Hinterextremitäten über, der 15 Secunden circa andauert. Kleinere Reize, auf Vorder- und Hinterbeine applizirt, erregen immer starke allgemeine Reactionen.

Er wird getödtet, und die Section ergiebt eine Längsdurchschneidung der ganzen Lendenanschwellung des Rückenmarkes in der Mittellinie.

Die 4 letzten Versuche wurden oftmals wiederholt, mit ähnlichen Erfolgen, so oft der Schnitt genau blos die beiden Seitenhälften des Markes getrennt hatte. Die Reizungserscheinungen traten bald früher bald später ein. Nie war unmittelbar oder einige Zeit nach der Operation eine Störung in dem sogenannten willkührlichen Gebrauche der Glieder zu bemerken. Fast jedesmal war die Sensibilität (wenn man sie so nennen darf) in denjenigen Gliedern, welche ihre Nerven aus dem durchschnittenen Theile des Markes bezogen, erhöht. —

Stellt man nun die Erscheinungen, welche auf die verschiedenen Markdurchschneidungen, als deren Paradigmata die obigen Versuche anzusehen sind, beim Frosche erfolgen, übersichtlich zusammen, so ergiebt sich Folgendes:

1) Halbseitige Querschnitte des Rückenmarkes in beliebigen Höhen vom Anfang des Markes bis unmittelbar über dem Ursprung der Nervenwurzeln für die hinteren Extremitäten angebracht, üben durchaus keinen Einfluss auf die Bewegungen der Körpertheile, welche auf der entgegengesetzten Seite liegen. Sie stören ferner in Nichts den Grad, die Constanz und die Dauer der allgemeinen Reactionen, welche auf Reizung der entgegengesetzten Körperhälfte auch beim gesunden Thiere einzutreten pflegen.

2) Halbseitige Querschnitte durch das Rückenmark der Frösche in grösseren (1 Linie) Entfernungen von dem Ursprunge der Nerven für die Glieder der unter dem Schnitte liegenden Theile angebracht, üben keinen merklichen Einfluss auf die Bewegung dieser Glieder. Sie stören ferner durchaus nicht die allgemeinen Reactionen, die durch Reizung dieser Glieder zu erhalten sind.

3) Halbseitige Querschnitte durch das Rückenmark der Frösche unmittelbar über dem Abgange der Nervenwurzeln für die Glieder der gleichen Seite angebracht, lähmen die

Bewegung dieser Glieder. Sie benachtheiligen jedoch nicht den Grad der Reaction, die auf Reizung dieser Glieder auch im normalen Zustande einzutreten pflegt.

Man sieht, dass diese Sätze durchaus mit den Ergebnissen der *Eigenbrodt*schen Experimente übereinstimmen.

4) Längsschnitte durch die Mittellinie des Markes in beliebigen Höhen und in beliebiger Ausdehnung angebracht, stören als solche durchaus nicht die Bewegungen des Thieres und die Harmonie dieser Bewegungen. Sie erhöhen den Grad der allgemeinen Reactionen, die auf Kneipen derjenigen Glieder erfolgen, welche ihre Nerven aus dem getheilten Abschnitte des Markes empfangen. Der Krampf und die übrigen später eintretenden Erscheinungen sind Folgen der durch die Verwundung erzeugten Reizung des Markes.

Sehen wir nun zu, wie diese Erscheinungen mit einer gekreuzten Wirkung des Markes in Einklang zu bringen sind. Eine gekreuzte Wirkung fordert, um constatirt zu sein, folgende Merkmale.

Diejenigen Functionen (Bewegung und Empfindung), welche auf der Seite des halbseitigen Querschnittes unterhalb desselben fortbestehen, müssen auf der entgegengesetzten Seite aufgehoben sein.

Je weiter oben die halbseitigen Querschnitte am Marke gemacht werden, desto mehr wird die entgegengesetzte Körperhälfte im Falle einer gekreuzten Wirkung des Markes gelähmt sein.

Längsdurchschnitte durch das Mark werden im Falle einer totalen Kreuzung die Functionen beider Körperhälften aufheben, bei partieller Kreuzung entweder einzelne Bewegungen oder Empfindungen aufheben oder jede einzelne Bewegung und Empfindung schwächen.

Keines aller dieser Merkmale ist bei unseren Versuchen vorhanden.

Eine gekreuzte Wirkung des Markes existirt demnach bei den Fröschen nicht.

Ich bin hier in vollkommener Uebereinstimmung mit *Volkmann*, der dieselben Resultate bei Längsdurchschneidungen erhielt als ich.

Eigenbrodt, der eine gekreuzte Anordnung der Fasern bei den Fröschen durch seine Versuche wahrscheinlich gemacht zu haben glaubte, ist jedenfalls in seiner Schlussfolgerung aus den Experimenten an Fröschen, die er anstellte, und mit denen die meinigen vollkommen übereinstimmen, zu weit gegangen. Denn auch er hat keine Abnahme in der Leistungsfähigkeit der Körperseite, welche dem halbseitigen Querschnitte entgegengesetzt war, finden können, und diese Abnahme und zwar compensatorisch zu der Erhaltung der Leistungsfähigkeit auf der gleichen Seite des Körpers ist geradezu nothwendig, um den Schluss auf eine gekreuzte Wirkung des Markes nur irgendwie zu rechtfertigen; abgesehen davon, dass die Resultate der Längsdurchschneidungen der Annahme einer gekreuzten Wirkung ganz kategorisch widersprechen.

Digitized by Google

Man kann zwar einwenden, dass die Bewegungen, welche nach Längsdurchschnitten des Markes vorhanden sind, möglicherweise Reflexbewegungen seien; allein damit leugnet man überhaupt eine willkührliche Bewegung beim Frosche. Ob man nun aber die Bewegungen des Frosches für Reflexbewegungen nimmt, oder ob man willkührliche, von den Reflexbewegungen durch die Beobachtung unterscheidbare Bewegungen beim Frosche statuirt, das ändert das Wesentliche der Frage durchaus nicht. In keinem Falle ist eine Kreuzung der Wirkungen durch das Experiment herauszubringen.

Etwas Anderes ist es, wenn man fragt, wie die Symptome, die den obigen Experimenten folgten, positiv zu erklären seien, und welche anatomische Anordnung von den bisher angenommenen am einfachsten und ungezwungensten den physiologischen Erscheinungen unterzulegen sei. In der neuesten Zeit hat *Kölliker*[1]) mit Entschiedenheit die Existenz von sich kreuzenden Nervenfasern gerade am Froschrückenmarke behauptet. Ich selbst hatte Gelegenheit einen Theil seiner Praeparate zu sehen und überzeugte mich allerdings von der Anwesenheit transversaler dunkelrandiger Nervenfasern, sowohl in der vordern als der hintern Commissur des Froschrückenmarks. Aber mit diesen Fasern ist, sobald sie eine Kreuzung darstellen sollen, für das physiologische Verhalten nichts anzufangen. Möglich allerdings, dass Umstände vorhanden sind, welche die gekreuzte Anordnung der Fasern nicht zur physiologischen Erscheinung kommen lassen. —

Sieht man sich nach weiteren physiologischen Erklärungen der Thatsachen um, so haben wir in den Ansichten von *Pflüger* und *Auerbach* allerdings ein recht bequemes Auskunftsmittel. Es wäre nach diesen immer unmittelbar über den Ursprüngen der Nervenfasern ein Stück Psyche im Marke vorhanden. Der Wohnort der Psyche wäre, den Experimenten nach, für die Bewegung der Vorderextremitäten in demjenigen Theil Rückenmark, der vom Anfange desselben bis zum Austritt der Wurzeln für die oberen Extremitäten liegt, also in dem Stücke zwischen dem 1—2ten Wirbel. Deshalb stört ein Querschnitt über dieser Stelle durchaus nicht die Bewegung und Empfindung in der Extremität der gleichen Seite. Wird aber der Schnitt unmittelbar über den Nervenwurzeln für die obern Extremitäten gemacht, so werden die Nervenfasern von der Psyche getrennt und es tritt eine Lähmung der Bewegung ein.

Für die Bewegung der hintern Extremitäten residirt die Psyche in der hintern Anschwellung vom 4ten Wirbel an, denn über dem 4ten Wirbel schadet ein halbseitiger Querschnitt durch das Mark durchaus nichts in Bezug auf die Bewegung der gleichnamigen Hinterextremität. —

Ich glaube, dass die Erscheinungen allerdings genau mit dem Ur-

1) Vorläufige Mittheilung über den Bau des Rükenmarks bei niedern Wirbelthieren. Zeitschr. f. wiss. Zool. IX. Bd. S. 3.

Digitized by Google

sprunge der Nerven im Marke zusammenhängen. Nimmt man z. B. das Schema (zum Theil), welches *Leydig* in seiner Histologie für das Centralnervensystem der Fische nach dem Vorgange von *Owsjannikow* und *Bidder* gezeichnet hat, für den Frosch, so hat man Folgendes: Angenommen, die Nerven, welche die Muskulatur versorgen, entsprängen unweit von ihrer Abgangsstelle aus dem Marke von Ganglienzellen, die durch Commissurenfasern mit den Ganglienzellen der andern Seite zusammenhängen, und man habe über den Ganglienzellen der einen Seite den Querschnitt gemacht, so ist zwar die Verbindung der Hirnfaser mit dieser Ganglienzelle unterbrochen, allein der Wille kann mittelbar durch die Commissurfaser zu derselben gelangen. Die Actionen der Extremität auf der Seite des Schnittes sind demnach nicht wesentlich beeinträchtigt; ihre Bewegungen harmoniren mit denen der andern Seite und mit dem Bedürfniss des Thieres. Zu gleicher Zeit ist die Bewegung der anderen Seite in ihrer vollen Kraft und Zweckmässigkeit erhalten, Alles, wie es die Experimente direct aufzeigen.

Gesetzt, es wäre diese anatomische Anordnung eine Thatsache, so würden uns die Durchschneidungen den Ort, wo die Nervenfaser von der Ganglienzelle entspringt, ganz genau in der Weise bezeichnen, dass zwischen den Grenzen, wo der Querschnitt die Bewegung noch nicht beeinträchtigt, und wo er sie bereits aufhebt, die Stelle des Ursprungs der Nervenfasern und der Commissuren ihrer Ganglienzellen zu suchen wäre.

In unserem Falle würden die Ursprungsstellen für die Nerven, die der Bewegung der obern Extremitäten vorstehen, in der obern Anschwellung, und die Ursprungsstellen für die Nerven der untern Extremitäten in der untern Anschwellung von dem 4ten Wirbel an zu suhen sein. — Diese Erklärung will jedoch nichts anderes sein, als eine hypothetische. Sie entspricht jedenfalls den Thatsachen ungezwungener, als irgend eine Kreuzungshypothese.

Was die Empfindung und ihre Leitung beim Frosche anlangt, so halte ich eine Unterscheidung zwischen einer Empfindlichkeitsäusserung und einer allgemeinen Reflexbewegung bei diesen Thieren für eine noch viel schwierigere Sache als bei den Säugethieren. Bis heute ist noch kein Kriterium für diese beiden Arten von Reactionen zu geben. Damit fällt jede weitere Discussion über den Verlauf der sensibeln Eindrücke zum Hirne des Frosches von vorne herein weg. *Brown Séquard* hat zwar auch für den Frosch eine Kreuzung der sensibeln Eindrücke statuirt, indem er sagte, dass auf der entgegengesetzten Seite des halbseitigen Querschnittes die Empfindlichkeit geringer wäre, als auf der Seite unter dem Schnitte: die früheren Beobachter hätten nur nicht genau vergleichend geprüft. Allein alle deutschen Beobachter haben hierin durchaus keinen Unterschied gefunden, und die Erscheinungen bei Längsschnitten des Markes geben in dieser Beziehung den positiven Gegenbeweis.

Was die Temperaturverhältnisse bei halbseitigen Durchschneidungen des Froschrückenmarkes anlangt, so konnte ich keine constanten Tempe-

Digitized by Google

raturunterschiede beider Körperseiten erhalten, ebensowenig als diess Schiff vermochte.

Die Versuche an Eidechsen, welche ich ganz ähnlich denen am Frosche darstellte, gaben im Wesentlichen ein ganz gleiches Resultat, so dass die Erscheinungen, welche das Froschrückenmark in dieser Frage aufzeigt, für die Amphibien im Allgemeinen zu statuiren sind.

II. Versuche an Tauben.

Erster Versuch. Samstag 24. April. Früh 8 Uhr.

Einer ziemlich jungen Taube wurde das Rückenmark in dem obern Theile der Cervicalanschwellung halbseitig links bis zur Mittellinie quer durchgeschnitten. Die Haut und Muskelwunde durch die Naht vereinigt.

Das Thier zeigt nach der Operation ein ganz eigenthümliches Verhalten in Bezug auf seine Bewegungen. Es hat das Gleichgewicht verloren; sie wälzt sich fort, in dem sie von einer Seite auf die andere fällt. Bei der Fortbewegung sind der rechte Flügel und das rechte Bein besonders thätig. Der rechte Flügel breitet sich immer weit aus, wenn das Thier zu fallen fürchtet. Der linke Flügel hängt schlaff herab; reibt er sich mit dem Fussboden, so wird er unordentlich, offenbar in reflectorischer Weise bewegt. Von freien Stücken wird er nie ausgebreitet. Das rechte Bein wird viel, wie es scheint willkührlich bewegt. Giebt man den Finger hin, so wird derselbe von den Krallen umfasst und die Taube stützt sich darauf. Giebt man dagegen den Finger an das linke Bein, so erfolgen höchstens unordentliche Beug- und Streckbewegungen desselben. Der Finger wird nie von den Zehen des linken Beines umfasst. Die Taube kann sich auch nicht auf dieses Bein stützen. Liegt das linke Bein am Boden unter dem Bauch der Taube, so dass es in Reibung mit dem Fussboden sich befindet, so wird es unzählige Male gebeugt und gestreckt, so lange diese Lage dauert. Gewöhnlich fällt die Taube, wenn man sie frei hinstellt, auf die linke Körperseite. Manchmal taumelt sie auch eine kleine Strecke weit fort, wobei der rechte Flügel und das rechte Bein vorzugsweise behülflich sind. Sie sucht gewöhnlich eine Wand zu erreichen und hieran lehnt sie sich dann mit ihrer linken Körperseite. Wenn sie so dasteht, so stützt sie sich mit dem rechten Bein vollkommen gut auf den Boden. Der rechte Flügel ist dann angezogen und gut an den Leib gelegt, während der linke schlaff herabhängt.

Kneipt man die rechtseitigen Fusszehen und den Unterschenkel rechts, so entstehen heftige Beug- und Streckbewegungen im rechten Hinterbein und Schlagen mit dem rechten Flügel, schwächere Bewegungen im linken Bein und linken Flügel und ein schnelles Hin- und Herschütteln des Kopfes. Schreien. Kneipt man dieselben Stellen links, so entstehen schwache Bewegungen im linken Hinterbein, starke abwischende und kratzende Bewegungen mit dem rechten Hinterbein, Agitation mit den Flügeln, Hin- und Herschütteln des Kopfes. Schreien.

Kneipt man den rechten Flügel, so erfolgt ein heftiges Hin- und Herfahren mit dem Kopfe nach der verletzten und nach der entgegengesetzten Seite. Bewegungen in den Füssen, im rechten Flügel und schwache Bewegungen mit dem linken Flügel. Schreien.

Kneipen des linken Flügels erzeugt die gleichen Bewegungen und Schreien.

Digitized by Google

Nachmittags 3 Uhr. Die Taube befindet sich ganz wohl. Die Bewegungs- und Empfindungs- (?) Symptome die gleichen als am Vormittage. Die Taube wird nun getödtet; die Section ergiebt einen guten halbseitigen Querschnitt links im obern Ende der Cervicalanschwellung über dem Ursprunge der Nervenwurzeln für die obern Extremitäten. —

Zweiter Versuch. 27. April früh 10 Uhr.

Einer Taube wird das Mark über der Cervicalanschwellung von der Mittellinie an rechts quer durchschnitten. Nach der Operation ist sie ziemlich munter. Der rechte Flügel hängt schlaff herab, der linke ist gut an den Leib angelegt; der Schwanz steht nach links hinüber.

Stellt man die Taube aufrecht hin, so dass man sie mit der Hand hält, so fühlt man, dass sie sich blos auf das linke Bein stützt, während das rechte in halbgebeugter Stellung am Unterleib hängt. Lässt man sie los, so fällt sie auf die rechte Seite. Aus ihrer Lage sucht sie sich durch lebhaftes Schlagen mit dem linken Flügel, und durch Anstrengungen ihres linken Beines zu erheben. Zu gleicher Zeit macht das rechte Bein gereizt durch die Lage zwischen dem Leib und dem Fussboden eine grosse Anzahl von Beugungen und Streckungen.

Giebt man dem rechten Bein den Finger hin, so reagirt dieses nicht hierauf, oder es macht Beugungen und Streckungen. Giebt man dem linken Bein den Finger, so wird, wenn man sonst die Lage der Taube etwas minder sicher einrichtet, dieser fest umklammert, und die Taube setzt sich hierauf ganz ruhig mittels ihres linken Beines auf den Finger, während das rechte Bein schlaff herunterhängt.

Kneipt man den rechten Fuss mit der Pincette an beliebigen Stellen, so wird das Instrument vom linken Fuss entschieden weggekratzt; ausserdem schlägt die Taube mit den Flügeln, dreht den Kopf hin und her, und sucht evident, aus den Händen des Beobachters zu kommen.

Die ganz gleichen Reactionen entstehen bei Kneipen des linken Fusses, nur dass der rechte Fuss nie versucht, das Instrument wegzukratzen.

Die allgemeinen Reactionen, welche durch Reizung des rechten Flügels erhalten werden, sind meist heftiger als die Reactionen auf Reizung des linken Flügels.

Nachmittags 2 Uhr. Dieselben Erscheinungen der Bewegung und der Reactionen auf angebrachte Reize.

Das Thier wird getödtet und es ergiebt sich eine ganz gute rechtseitige Durchschneidung des Markes von der Mittellinie an, über dem Abgange der Wurzeln für den Plexus brachialis. (Das Sectionsresultat wurde von Herrn Hofrath *Kölliker* durch die eigne Anschauung bestätigt.)

Diese Durchschneidungen habe ich zugleich mit Temperaturmessungen (siehe unten) oftmals wiederholt, immer mit dem gleichen Resultate in Bezug auf Bewegung und Empfindung.

Dritter Versuch. 29. April.

Einer Taube wird in der Mitte zwischen Cervical- und Sakralanschwellung das Mark linksseitig zur Hälfte quer durchschnitten.

Nach der Operation frei hingesetzt, hält sie sich gut aufrecht. Die beiden Flügel werden dazu benutzt, um mit ihren Spitzen auf dem Boden aufstehend, den Oberkörper zu stützen. Auf dem rechten Beine steht sie vollkommen kräftig und gut; das linke Bein hängt nach hinten hin. Der Schwanz ist nach rechts

Digitized by Google

gedreht. Schiebt man die Taube weiter, so bewegt sie sich kurze Strecken vollkommen gut aufrecht fort. Durch das Schlagen der Flügel und durch den rechten Fuss bewegt sie sich weiter Nimmt man sie bei den Flügeln und leitet sie auf dem Boden weiter, so sieht man deutlich, wie sie mit dem rechten Bein wirklich breit auftritt und sich stützt, mit dem linken dagegen nie einen wirklichen Tritt macht, sondern, wenn sie zufällig mit den Zehenspitzen den Boden berührt hat, wieder zurückfährt. Von einem Stützen auf das linke Bein ist keine Rede. Sitzt sie auf dem Boden, so liegt ihre linke Bauchseite unmittelbar auf dem Boden auf, indem das linke Hinterbein nach hinten ausgestreckt liegt.

Kneipt man das rechte Hinterbein, so erhält man deutliche allgemeine Reactionen; Schlagen mit den Flügeln, heftiges Hin- und Herdrehen des Kopfes. Schreien. Insbesondere agiren beide Flügel sehr stark, um sich aus den Händen des Beobachters frei zu machen. Das rechte Bein selbst bewegt sich sehr lebhaft, minder lebhaft das linke.

Kneipt man das linke Hinterbein, so treten dieselben Erscheinungen ganz constant und wie es scheint, mit etwas grösserer Intensität und Constanz als auf Kneipen rechts, ein.

Die Taube wurde den Tag über beobachtet. Die Section ergiebt eine gute halbseitige Durchschneidung des Markes in der oben bezeichneten Gegend. Dieser Versuch wurde an vielen Tauben stets mit gleichem Resultate wiederholt.

Bei den Vögeln sind demnach, kurz zusammengefasst, die Erscheinungen folgende:

Halbseitige Querschnitte durch die Seitenhälfte des Rückenmarkes bei den Tauben stören in Nichts die willkührliche Bewegung der dem Schnitte entgegengesetzten Seite, gleichviel in welcher Höhe sie angebracht sind. Sie bewirken keinen Unterschied in den Reactionen, die man normaler Weise auf Reiz der entgegengesetzten Körperhälfte zu erhalten pflegt, dem Grade und der Dauer nach.

Sie vernichten, gleichviel in welcher Höhe sie angebracht sind, die willkührliche Bewegung in den Körpertheilen unterhalb des Schnittes auf der gleichnamigen Körperhälfte, ohne den Grad und die Constanz der allgemeinen Reactionen, die man auf Reizung dieser Körpertheile erhält, zu schwächen. Im Gegentheile scheinen die letztern (Reactionen) in Betreff ihrer Constanz, Dauer und Heftigkeit eher zu- als abzunehmen.

Beurtheilt man diese Erscheinungen nach demselben Kriterium, wie wir es oben für die Frösche angaben, indem wir fragen, ob sie einer gekreuzten Wirkung des Markes entsprechen, so ergiebt sich, dass keine der Erscheinungen, welche nach halbseitigen Durchschneidungen bei den Tauben eintreten, den Schluss auf eine gekreuzte Wirkung des Rückenmarkes bei diesen Thieren zulässt. Die willkührliche Bewegung wird immer und blos durch die gleiche

Digitized by Google

Seite des Marks geleitet und diese Leitung bleibt auf diese Seite vollkommen isolirt. Das gleiche Resultat erhielt *Flourens* bei den Tauben.

Bei der Beurtheilung der Empfindungsleitung hat man hier, wie bei den Fröschen das Missliche, dass es bis jetzt noch kein Unterscheidungsmerkmal für Sensibilität und allgemeine Reflexbewegung bei den Tauben giebt. Wer die allgemeinen Reactionen, die auf Reizung der Theile entstehen, für reine Sensibilitätsäusserungen annimmt, für den folgt aus obigen Experimenten nur, dass die sensibeln Eindrücke sowohl auf der gleichen Seite als durch die entgegengesetzte Seite des Markes zum Gehirne geleitet werden. Diese Leitung wird möglicherweise durch Commissuren vermittelt: keinesfalls ist hier der Schluss auf eine gekreuzte Leitung gerechtfertigt.

Ausserdem habe ich noch bei den Tauben den Einfluss des Rückenmarkes auf die Temperatur des Körpers in Rücksicht auf die Möglichkeit einer gekreuzten Wirkung des Markes auch in dieser Beziehung einer genaueren Versuchsreihe unterzogen.

Hiezu veranlasste mich vorzugsweise eine Angabe *Schiffs* (Siehe dessen Untersuchungen zur Physiologie des Nervensystemes S. 182), der eine Wärmeerhöhung nach der Durchschneidung des Armgeflechtes bei einer Taube in dem gelähmten Flügel beobachtete, nachdem er die Momente, welche die Abkühlung durch die Lähmung hervorbringen, mittels Anheften der Flügel an den Körper durch ein breites Band, beseitigt hatte. Ferner war ich begierig, zu sehen, wie das Mark der Vögel in Bezug auf die Vertheilung der thierischen Wärme im Körper sich zu dem Rückenmarke der Säugethiere verhält, das, wie bekannt, und wie auch weiter unten meine Versuche zeigen werden, einen ganz bemerkenswerthen Einfluss auf diese Function ausübt.

Ich habe demnach bei den Tauben eine Reihe von halbseitigen Durchschneidungen des Rückenmarkes in verschiedenen Höhen angestellt, wobei vor und nach dem Versuche die Temperatur des Körpers an verschiedenen Orten genau mittels eines von *Geissler* in Bonn verfertigten, in $\frac{1}{10}$ Grade C. getheilten Thermometers gemessen wurde.

Ich lasse einige dieser Versuche folgen.

Erster Versuch. 20. Mai 1857. Schwarze Taube.

	I. Messung.	II. Messung.
Temperatur der Rechten Achselhöhle	41,0°	41,1°
„ „ Linken Achselhöhle	41,6°	41,4°
„ „ Rechten Schenkelbeuge	41,2°	
„ „ Linken Schenkelbeuge	41,1°	
„ „ Anus	40,8°	

Derselben wurde das Mark über der Cervicalanschwellung links durchschnitten.

Gleich nach der Operation (½ Stunde nachher)

Rechte Achselhöhle	39,4°
Linke Achselhöhle	40,0°
Rechte Schenkelbeuge	39,8°
Linke Schenkelbeuge	39,6°

21. Mai. Früh 9½ Uhr. Die Bewegungs- und Empfindungssymptome, wie in den genauer mitgetheilten Experimenten.

Die Taube wird mit einem Tuche umbunden, so dass sowohl Beine als Flügel beider Seiten in eine möglichst gleiche Lage zum Körper kommen.

Nach ¾ Stunden: Temperatur:

Anus	39,6
Rechte Achselhöhle	38,75
Linke Achselhöhle	38,4
Rechte Schenkelbeuge	38,1
Linke Schenkelbeuge	38,0
Aeussere Fläche des rechten Unterschenkels zw. Haut und Muskeln	36,6°
Aeussere Fläche des linken Unterschenkels zw. Haut und Muskeln	35,5°
Sohle der Zehen des linken Beines	29,9°
Sohle der Zehen des rechten Beines	31,5°

22. Mai. Früh 8 Uhr:

Rechte Achselhöhle 39,3
Linke Achselhöhle 38,9

Die Taube wird wieder mit einem Tuche umwickelt, um den linken Flügel in gleiches Verhältniss der Wärmestrahlung und Bewegung zu bringen, als den rechten

Nach ½ Stunde:

Rechte Achselhöhle	33,5	Die niedrigen Zahlen erklären sich aus
Linke Achselhöhle	33,3	dem zu festen Einwickeln, wodurch der
Rechte Schenkelbeuge	34,5	Respirationsprozess gehindert wurde.
Linke Schenkelbeuge	34,2	Die Taube erholte sich wieder.

23. Mai. Vormittags 11 Uhr. Die alten Erscheinungen der willkührlichen Bewegung und Empfindung. Die Taube wird wieder, aber vorsichtiger, mit einem Tuche umwickelt.

Es misst nun die Temperatur um 11½ Uhr:

Rechte Achselhöhle	39,4
Linke Achselhöhle	39,15
Rechte Schenkelbeuge	38,6
Linke Schenkelbeuge	38,4
Rechte Kniekehle	38,0
Linke Kniekehle	37,8
Aeussere Fläche des rechten Oberschenkels (Hautwunde)	38,0
Aeussere Fläche des linken Oberschenkels (Hautwunde)	37,2
Aeussere Fläche des linken Unterschenkels	37,2
Aeussere Fläche des rechten Unterschenkels	37,4

Um 1 Uhr wird die Taube getödtet und es zeigt sich eine ganz genaue Durchschneidung der linken Seitenhälfte des Markes über der Cervicalanschwellung.

Es wurden 6 Versuche dieser Art gemacht, die alle sehr ähnliche Zahlen ergaben.

Zweiter Versuch. 23. Mai. Früh 8 Uhr. Erwachsene schwarze Taube.

Temperatur:

Rechte Achselhöhle 42,8°
Linke Achselhöhle 42,7°

Rechte Schenkelbeuge 42,8°
Linke Schenkelbeuge 42,5°

Es wird nun der Taube die linke Seitenhälfte des Markes in der Mitte zwischen beiden Anschwellungen quer durchschnitten. Die Bewegungs- und Empfindungssymptome wie in Versuch 3 S. 326. $^3/_4$ Stunden nach der Operation

misst die Temperatur: Rechte Achselhöhle	39,7
Linke Achselhöhle	39,7
Rechte Schenkelbeuge	40,0
Linke Schenkelbeuge	39,75
Aeussere Fläche des linken Unterschenkels (Hautwunde)	39,6
Aeussere Fläche des rechten Unterschenkels (Hautwunde)	39,7
Die innere Fläche der Zehen rechts	36,2
Die innere Fläche der Zehen links	36,0
Aeussere Fläche des linken Oberschenkels (unter der Haut)	39,3
Aeussere Fläche des rechten Oberschenkels	39,4

24. Mai. Früh 10 Uhr.

Rechte Achselhöhle	40,1
Linke Achselhöhle	40,1
Rechte Schenkelbeuge	40,0
Linke Schenkelbeuge	39,9
Linker Oberschenkel	39,15
Rechter Oberschenkel	39,30
Aeussere Fläche des rechten Unterschenkels zwischen Haut und Muskeln	35,7
Aeussere Fläche des linken Unterschenkels zwischen Haut und Muskeln	34,7
Thermometer in die Fusszehen links eingebunden	29,8
Thermometer in die Fusszehen rechts eingebunden	31,0
Thermometer in die Fusszehen links eingebunden	28,0
Thermometer in die Fusszehen rechts eingebunden	32,2

Auch dieser Versuch wurde 4 Mal mit gleichem Erfolge wiederholt. Hieraus geht hervor:

Halbseitige Durchschneidungen des Rückenmarks bei den Tauben, entweder über der Cervical, oder über der Sakralanschwellung angebracht, haben keinen directen Einfluss auf die Temperatur der beiden Körperhälften.

Ein indirecter Einfluss zeigt sich in sofern, als diejenigen Theile, die der Natur der Verletzung nach weniger sich bewegen, eine kleine Abnahme in der Temperatur gegenüber den normal sich bewegenden Theilen zeigen, eine Abnahme, die stärker (0,6—1,0°) in den Räumen zwischen Haut und Muskeln sich zeigt, als auf der Hautoberfläche (0,3° Unterschied).

Ich habe nun, hierdurch weiter geführt, noch einige Versuche mit Durchschneidung der Brachial- und Sakralnervenplexus angestellt, um zu sehen, wie dabei die Temperatur in den gelähmten Theilen sich gestalte:

Dritter Versuch. 24. Mai. 3 Uhr 54 Min.

Einer grau und weissen Taube wird die Temperatur gemessen.

Rechte Achselhöhle 41,4°
Linke Achselhöhle 41,45°
Linke Schenkelbeuge 41,75°
Rechte Schenkelbeuge 41,65°

Digitized by Google

Es wurde nun der Plexus brachialis der linken Seite vom Rücken aus blos gelegt und durchgeschnitten, so dass der linke Flügel ganz gelähmt war.

Nach der Operation:

Rechte Achselhöhle 39,55
Linke Achselhöhle 39,6

Es wurden nun 4 Uhr 39 Min. die beiden Flügel gleichmässig an den Leib gebunden und die Taube in ihren Behälter gethan.

4 Uhr 50 Min. Linke Achselhöhle 39,7
Rechte Achselhöhle 39,7

25. Mai $9\frac{1}{2}$ Uhr. Die Taube wird vorsichtig mit einem Tuche umwickelt.

		I. Messung.	II. Messung.
Um 10 Uhr:	Linke Achselhöhle	38,0°	37,8
	Rechte Achselhöhle	38,0°	38,0
	Rechte Schenkelbeuge	38,2	
	Linke Schenkelbeuge	38,2	

26. Mai. 3 Uhr. Taube noch sehr munter.
Sie wird eingewickelt.

		I.	II.
Nach $\frac{1}{2}$ Stunde:	Achselhöhle links	40,6	40,2
	Achselhöhle rechts	40,6	40,4
	Vorderarm links, zwischen Haut und Muskel	36,4	
	Vorderarm rechts, zwischen Haut und Muskel	36,9	
	Beugefalte am linken Cubitalgelenk	36,3	
	Beugefalte am rechten Cubitalgelenk	37,0	

Die Taube wird nun getödtet und die Section weist eine vollkommene Trennung des Plexus brachialis auf.

Ich habe diesen Versuch 3 Mal mit ganz gleichen Resultaten wiederholt.

Vierter Versuch. 28. Mai.

Einer Taube die Temperatur in beiden Schenkelbeugen gemessen.

Linke Schenkelbeuge 40,4
Rechte Schenkelbeuge 40,4

Um $7\frac{3}{4}$ Uhr wird der Plexus sacralis vom Rücken aus blos gelegt und durchschnitten. Die linke Extremität ist gelähmt.

Die Verhältnisse der Strahlung sind nun eher zum Nachtheil des rechten Beines, denn dieses steht, während die Taube im Behälter sich befindet, und das linke hängt in halber Beugung am Leibe.

Rechte Schenkelbeuge	38,8
Linke Schenkelbeuge	37,9
Aeussere Fläche des linken Unterschenkels	36,9
Aeussere Fläche des rechten Unterschenkels	37,8

Auch dieser Versuch wurde 3 Mal mit gleichen Resultaten angestellt. Es ergiebt sich hieraus, widersprechend der Angabe von *Schiff*, dass weder die Durchschneidung des Plexus brachialis, noch die des Plexus sacralis die Temperatur in der entsprechenden Extremität erhöhen.

Alle Versuche in Betreff der Wärmeverhältnisse bei Tauben hatten demnach ein negatives Resultat.

Digitized by Google

III. Versuche an Säugethieren.

Indem ich eine Besprechung der Ergebnisse, welche die Forscher in Betreff des Einflusses des Rückenmarkes auf die thierische Wärme erhielten, auf weiter unten verspare, gebe ich die vorzüglichsten der Versuche, die ich an Kaninchen, Meerschweinchen, Katzen und Hunden angestellt habe, vorerst im Zusammenhange.

A. Versuche an Kaninchen.

Erster Versuch. 9. April früh 10 Uhr.

Einem weiblichen weissen Kaninchen wird das Rückenmark in der Gegend des 8ten Dorsalwirbels links halbseitig durchschnitten. Nach einer Viertelstunde genauer beobachtet. Es bewegt sich mit beiden Vorderbeinen gut vorwärts, mit etwas mehr Anstrengung wird das rechte Hinterbein bewegt, das sich jedoch ganz normalerweise bewegt, nur mit etwas weniger Kraft als früher; das linke Hinterbein wird gelähmt nachgeschleift.

Das linke Hinterbein wird durch Kneipen mit einer Pincette an verschiedenen Stellen gereizt: Jedesmal entstehen Reflexe mit dem linken Hinterbein, Kratzen der Hand mit dem rechten Hinterbein und Fluchtbewegungen. Jedesmal richtet das Thier beim Kneipen den Kopf hoch auf und macht dann gewöhnlich einen Satz vorwärts.

Das rechte Hinterbein wird zuerst schwach mit einer Pincette gereizt. Das Bein wird einfach aber kräftig zurückgezogen. Stärkeres Kneipen mit der Pincette hat zur Folge, dass das Thier seinen Kopf in die Höhe richtet, einen Sprung macht und fortläuft.

Nachmittags 4 Uhr. Das Thier liegt auf dem Bauche. Das rechte Hinterbein zittert und wird mit Anstrengung gebraucht, wenn das Thier sich fortbewegt. Das linke Bein wird nie freiwillig gebraucht, wie man deutlich constatiren kann, wenn man, während das Thier läuft, das linke Hinterbein leise in die Hand legt. Nie, ausser wenn direct ein Reiz an dasselbe gelangt, fühlt man in dem Beine Muskelbewegungen.

Zwicken des linken Hinterbeines, auch ganz leise, bringt gewöhnlich ein Zusammenfahren des ganzen Körpers, unaufhaltsame Fluchtbestrebungen mit den Beinen und lange anhaltende Schreie von Seite des Thieres hervor; Aeusserungen, die während des normalen Zustandes gar nie von den Kaninchen, auch durch starke Reize nicht, erhalten werden. Man darf das linke Hinterbein an beliebigen Stellen zwicken: Jedesmal erfolgen diese Reactionen. Das Thier ist dann gewöhnlich ganz erschöpft. Lässt man ihm nun etwas Ruhe und kneipt dann das rechte Hinterbein, so wird dieses zurückgezogen, das Thier macht Fluchtbewegungen und schreit manchmal. Das Schreien ist ganz constant zu erzeugen, wenn man das Thier am rechten Tibiotarsalgelenke stärker kneipt. Kneipt man zum Vergleiche die beiden Vorderbeine, so sind die Reactionen sehr ähnlich denen, welche man vom rechten Hinterbein aus erhält. Die Reactionen, die auf Reizung des linken Hinterbeines entstehen, sind an Intensität und Andauer nicht mit denen zu vergleichen, welche von den Vorderfüssen und dem rechten Hinterfusse aus erzeugt werden, so stark sind sie.

5. Uhr Abends. Das Thier wird getödtet, und die Section zeigt eine ganz gute Durchtrennung der linken Seitenhälfte des Markes bis zur Mittellinie. Dura mater mit Blut unterlaufen.

Zweiter Versuch. 13. April Vorm. 10 Uhr. Einem weissen Kaninchen wird das Mark in der Gegend des 11—12ten Dorsalwirbel slinks halbseitig durchgeschnitten. Das Thier schrie während des Durchschnittes sehr bedeutend. Vor dem Schnitte nach Bloslegung des Markes wurde noch willkührliche Beweglichkeit in beiden Hinterfüssen constatirt.

Nach dem Durchschnitte wurde Haut- und Muskelwunde zugenäht und dem Thiere Ruhe gegönnt. Nach ½ Stunde genauer beobachtet. Das linke Hinterbein wird vollkommen gelähmt nachgeschleift. Durch Beugung und Streckung, durch Fortschieben des hintern Körperendes unterstützt das rechte Hinterbein die beiden vordern bei der Fortschaffung des Thieres. Die beiden Vorderbeine werden vollkommen kräftig und normal bewegt.

Kneipen des linken Hinterbeines, ja schon Berührung desselben mit der Pincette reicht hin, um Fluchtbewegungen des Thieres hervorzubringen. Kneipen des rechten erzeugt Zurückziehen des Beines, und wenn es stärker ist, Fluchtbewegung; in seltenen Fällen Schreien.

5 Stunden nach der Operation. Das Thier liegt auf dem Boden, auf dem Bauche; das rechte Hinterbein ist an den Leib gezogen; das linke Hinterbein liegt schlaff nach hinten. Kneipen des rechten Hinterbeines bewirkt starkes Einziehen dieses Beines, und wenn es stärker ist, eine allgemeine Bewegung in Kopf, Ohren, Vorderextremitäten, ja bisweilen auch Schreie.

Man kneipt nun das linke Hinterbein ganz leise: augenblickliche Flucht. Wiederholt man das Kneipen links, so schreit das Thier laut und wiederholt und andauernd. Das Thier wird getödtet. Die Section ergiebt eine Durchschneidung des Markes in der Gegend der 11ten Rippe. Hinterstränge, Seitenstränge, graue Substanz, der grösste Theil der Vorderstränge der linken Seite sind getrennt, einige Fasern der Vorderstränge links sind noch im Zusammenhange.

Dritter Versuch. Mittwoch den 14. April Vormittags 11½ Uhr.

Einem weissen Kaninchen wird in der Höhe des 4ten Halswirbels das Mark halb links durchschnitten.

Nach der Operation legt es sich auf eine Seite. Es bewegt sich eigenthümlich. Wenn es aufrecht hingesetzt wird, so kann es sich so ziemlich halten, indem das vordere rechte Bein weit vorn über ausgestreckt wird, und so den vordern Theil des Körpers im ziemlichen Gleichgewichte erhält, und der Hinterkörper breit auf dem Boden aufliegt. Bei dem Weiterbewegen wird besonders das rechte Vorderbein und das rechte Hinterbein benutzt, die vollkommen willkührlich und sicher bewegt werden. Die linken Extremitäten werden bei diesen Anstrengungen auch bewegt, und zwar besonders die hintere. Die Bewegung mit dem linken Hinterbein ist jedoch eine ungeordnete, mehr krampfhafte, während die rechte Körperhälfte sich zweckmässig und ganz sicher bewegt. Man kann nicht sagen, dass im linken Hinterbeine keine willkührliche Bewegung ist, indem das Kaninchen die meisten Bewegungen, die das rechte Bein macht, etwas schwächer und ungeordneter mit dem linken Beine mit vollführt. Die linke Vorderpfote wird, wie es scheint, nicht willkührlich bewegt.

Kneipt man die linke Hinterextremität, so entstehen constant Fluchtbewegungen des Thieres. Auf Kneipen der linken Vorderextremität ebenfalls. Von beiden Beinen aus sind gesteigerte Reactionen, denen im normalen Zustand gegenüber zu erlangen. Bei Kneipen des rechten Vorderbeines entsteht Zurückziehen desselben, Kratzen der Hand mit dem rechten Hinterbeine und

Digitized by Google

Fluchtbewegungen, ungefähr so, wie ein Kaninchen im normalen Zustande auf Reizung der Vorderextremitäten zu reagiren pflegt. Vomrechten Hinterbeine aus erhält man durch Reizungen ein Zurückziehen dieses Beines, Bewegungen der rechten Körperseite, und, bei stärkerem Kneipen, besonders im Tibiotarsalgelenke Fluchtbewegungen.

Nachmittags 2 Uhr. Der Zustand im Wesentlichen der gleiche. Mit den Extremitäten der rechten Seite werden willkührliche geordnete Bewegungen gemacht; links sind die Bewegungen mehr krampfhafter Natur.

Die Reactionen, welche man auf Reizung der linken Körperhälfte, insbesondre der Extremitäten, an beliebigen Stellen erhält, sind äusserst heftig, so dass das Thier bei dem geringsten Kneipen laut schreit. Auf der rechten Seite erhält man durch Reizung im Vergleiche zu diesen sehr schwache, aber dem normalen Verhalten sich sehr annähernde Reactionen.

Das Kaninchen wird nun getödtet. Die Section ergiebt in der Höhe des 4ten Wirbels eine quere Trennung der Hinterstränge, des grössten Theils der Seitenstränge und der linken hintern grauen Substanz bis an die Mittellinie. Die Vorderstränge und vordere graue Substanz links sind ungetrennt. Rechte Seitenhälfte ist ungetrennt. —

Vierter Versuch. Donnerstag 16. April Nachmittags 3 Uhr.

Einem weiblichen weissen Kaninchen wird das Mark links in der Gegend des 3ten Wirbels halbseitig quer durchgeschnitten. Die Wunde der Haut und Muskeln durch die Naht vereinigt.

Das Kaninchen liegt nach der Operation auf der linken Seite. Es wird, um den Zustand der Bewegung genauer prüfen zu können, auf die rechte Seite gelegt. Reizte man nun an der Schnauze und an der Nase mittels des Kneipens mit einer Pincette, so wurden die rechte Vorderpfote und die rechte Hinterpfote sehr energisch bewegt, um das Instrument wegzubringen. Das Thier suchte die Hand, welche die Pincette hielt, tüchtig zu kratzen, und oft gelang es ihm auch. Nebenbei hielt ich die linke Vorderextremität und ein Freund von mir (*Brendel*) die linke Hinterextremität leise in der Hand: Beide Extremitäten verhielten sich immer vollkommen ruhig in unseren Händen und wurden, so lange sie nicht selbst durch Reibung etc. gereizt wurden, vollkommen unbewegt liegen gelassen. Kneipen an der rechten Hinterextremität hatte zur Folge, dass das rechte Bein entschieden zurückgezogen wurde, stärkeres Kneipen erzeugte allgemeine Bewegungen mit dem rechten Körper und mit dem Kopfe; wurde an den normaler Weise empfindlichsten Stellen, an dem Tibiotarsalgelenke und an den Zehen rechts stärker gekneipt, so schrie das Thier und fuhr auf.

Kneipen der rechten Vorderextremität erzeugt, wenn es schwach ist, ein Zurückziehen des rechten Vorderbeines. Wird diess stärker gekneipt, so wird das Bein stärker zurückgezogen, der Kopf nach dieser Seite gedreht, die Ohren gespitzt, und mit der rechten Hinterextremität das Instrument weggekratzt. Bei sehr starkem Kneipen schreit das Thier.

Kneipt man das linke Hinterbein an beliebigen Stellen, so entstehen convulsivische Bewegungen in diesem selbst, energische Fluchtbewegungen mit beiden rechten Extremitäten, die aber das Thier nicht von der Stelle bringen, und lautes anhaltendes Schreien, nach jedem einzelnen Kneipen.

Kneipt man das linke Vorderbein, so entstehen energische Bewegungen im Kopfe, Auffahren desselben, Agitation mit den Extremitäten der rech-

Digitized by Google

ten Seite und bei stärkerem Kneipen lautes Schreien. — Diese Aeusserungen werden nach wiederholter Prüfung ganz gleichmässig erhalten.

2 Stunden nach der Operation wird das Thier getödtet. Es ergiebt sich ein ganz guter Querschnitt durch die linke Seitenhälfte des Markes bis an die Mittellinie, in der Gegend zwischen 2tem und 3tem Halswirbel. —

Dieser Versuche, ohne Temperaturmessungen, wurden ausserdem noch 12 an Kaninchen angestellt, stets mit gleichen Resultaten, falls der Schnitt gelungen war.

Fünfter Versuch (mit Temperaturbestimmung).

1. Juni. Vormittags 11 Uhr.

Einem weissen Kaninchen wird die Temperatur an folgenden Stellen gemessen.

Aeussere Fläche der rechten Steissgegend Hautfalte	37,3°
Aeussere Fläche der linken Steissgegend Hautfalte	37,4°
Linker Oberschenkel, Hautwunde	36,4°
Rechter Oberschenkel, Hautwunde	36,5°

Dem Thiere wird nun die linke Seitenhälfte des Markes in der Gegend des letzten Brustwirbels durchgeschnitten. Die Wunde durch Nähte vereinigt.

Unmittelbar nach der Operation das Thier etwas deprimirt.

Die willkührliche Bewegung ist im rechten Hinterbeine geschwächt, im linken ganz aufgehoben. Nach ½ Stunde erholt sich das Thier etwas und bewegt sich mittels beider Vorderbeine und des rechten Hinterbeines ziemlich schnell weiter. Das linke Hinterbein wird dabei bewegungslos weiter geschleppt. Kneipt man das linke Hinterbein, so entstehen tumultuarische Bewegungen des ganzen Körpers; das Thier ergreift die Flucht. Kneipt man am rechten Hinterbeine, so wird diess zurückgezogen; stärkeres Kneipen erzeugt Fluchtbewegungen des Thieres. Eine Stunde nach der Operation:

Hautfalte der linken Hinterbacke	35,7°
Hautfalte der rechten Hinterbacke	35,4°
Hautfalte des linken Oberschenkels	34,3°
Hautfalte des rechten Oberschenkels	34,8°
Hautfalte des linken Oberschenkels weiter unten	34,6°
Hautfalte des rechten Oberschenkels, ebenda	34,45
Hautwunde am linken Oberschenkel	33,4
Hautwunde am rechten Oberschenkel	33,7
Rechter Unterschenkel, Hautwunde	33,0
Linker Unterschenkel, Hautwunde	32,4
Linke Kniekehle	34,3
Rechte Kniekehle	33,8
Hautfalte an der äussern Fläche des linken Unterschenkels	33,6
Dieselbe Stelle rechts	32,2
Haut zwischen 2. und 3. Zehe links	35,0
Haut zwischen 2. und 3. Zehe rechts	30,8
Hautwunde am linken Unterschenkel (da wo die Muskeln schon in Sehnen übergegangen sind)	33,3
Hautwunde am rechten Unterschenkel (derselbe zittert fortwährend)	30,2
Linke Schenkelbeuge	36,1
Rechte Schenkelbeuge	36,0

Digitized by Google

Um 1 Uhr wird der linke Fuss leise und dann etwas stärker gekneipt. Zuerst Auffahren mit dem Kopfe und dann starkes anhaltendes Schreien, worauf das Thier ganz erschöpft ist.

Nachmittags 4 Uhr. Das Thier lebt noch und liegt noch am gleichen Orte.

Das Thier bewegt sich weiter, sobald es sieht, dass man sich ihm nähert. Beide Vorderbeine und rechtes Hinterbein werden gut bewegt. Linkes Hinterbein wird nachgeschleift.

Temperatur des Zimmers	17,0 C.
Linke Hinterbacke, Hautwunde	31,9
Rechte Hinterbacke, Hautwunde	31,8
Aeussere Fläche des rechten Oberschenkels	32,5
Aeussere Fläche des linken Oberschenkels	31,72
Innere Seite des rechten Unterschenkels (Hautwunde)	31,25
Ebenda linker Unterschenkel (Hautwunde)	33,0
Aeussere Fläche des rechten Unterschenkels in der Nähe des Tibiotarsalgelenkes	29,0
Aeussere Fläche des linken Unterschenkels in der Nähe des Tibiotarsalgelenkes	32,3
Temperatur zwischen den Fusszehen rechts	29,25
Temperatur zwischen den Fusszehen links	32,5

Das Thier wird um 6 Uhr getödtet.

Autopsie ergiebt eine gute Durchschneidung der linken Seitenhälfte des Markes in der Gegend des 12ten Brustwirbels.

Sechster Versuch. 2 Juni. Zimmertemperatur 18°. 10 Uhr früh.

Einem weissen Kaninchen wird die Temperatur gemessen.

Rechte Schulterblattgegend, Hautwunde	37,7
Linke Schulterblattgegend, Hautwunde	37,7
Rechte Sakralgegend, Hautwunde	37,35
Linke Sakralgegend, Hautwunde	37,30
Aeussere Fläche des linken Oberschenkels, Hautwunde	36,5
Aeussere Fläche des rechten Oberschenkels, Hautwunde	36,7

Nun wird dem Thiere die linke Seitenhälfte des Markes in der Gegend der 10ten Rippe durchgeschnitten. Starker Blutverlust. Das Thier ist gleich nach der Operation ganz munter, und bewegt sich mit den beiden Vorderfüssen und dem rechten Hinterfusse vollkommen gut vom Platze. Linkes Hinterbein gelähmt.

Kneipen des linken Hinterfusses bewirkt energische Fluchtbewegungen.

Kneipen des rechten Hinterfusses erzeugt ebenfalls, aber in geringerem Grade allgemeine Bewegungen.

Um 12 Uhr wird die Temperatur gemessen.

Rechter Oberschenkel, Hautwunde	32,6
Linker Oberschenkel, dito	31,4
Rechter Oberschenkel, Hautfalte	32,8
Linker Oberschenkel, Hautfalte	31,15
Hautfalte in der Schulterblattgegend rechts	33,9
Hautwunde in derselben Gegend rechts	33,4
Hautfalte in der Schulterblattgegend links	33,6
Hautwunde in derselben Gegend links	33,0
Sakralgegend links Hautwunde	30,8

Digitized by Google

Sakralgegend rechts Hautwunde	31,75
Hautwunde an der äussern Fläche des Unterschenkels links	27,5
Hautwunde an der äussern Fläche des Unterschenkels rechts	26,4
Rechte Fusssohle	24,3
Linke Fusssohle	22,5

Nachmittags 4 Uhr.

Aeussere Fläche des rechten Unterschenkels, Hautwunde	25,3
Aeussere Fläche des linken Unterschenkels, Hautwunde	22,7
Linker Unterschenkel, Hautwunde weiter oben	24,3
Rechter Unterschenkel, Hautwunde weiter oben	26,9
Linke Fusssohle	22,0
Rechte Fusssohle	24,5
Brustgegend links	28,5
Brustgegend rechts	29,0

Am andern Tage früh 10 Uhr wird das Kaninchen todt gefunden.

Die Section ergiebt einen guten Schnitt in der Höhe des 11ten Brustwirbels durch die linke Seitenhälfte des Markes bis an die Mittellinie.

Diess Experiment ist für einige der späteren Beurtheilungen von Wichtigkeit, weil es uns, bei Wegfall der reinen Nervenwirkung auf die Blutgefässe, indem nämlich der Blutverlust die Folgeerscheinungen derselben hinderte, ganz rein die mittelbaren Folgen der Verletzung zu erkennen giebt. Es zeigt uns nämlich ganz klar den Einfluss der verschiedenen Bewegung der Theile auf deren Temperatur.

Siebenter Versuch. 7. Juni. Vormittags 9 Uhr.

Einem Kaninchen wird die Temperatur gemessen.

Rechter Oberschenkel, Hautwunde	37,95
Linker Oberschenkel, Hautwunde	38,1
Linkes Ohr	36,9
Rechtes Ohr	36,6
Linke Schulterblattgegend	38,1
Rechte Schulterblattgegend	38,1

Es wurde dem Thier nun die linke Seitenhälfte des Markes, ungefähr in der Gegend des 7ten Wirbels durchgeschnitten. Zuletzt noch eine ziemliche Blutung.

Das Thier läuft gleich nach der Operation vollkommen gut herum, wobei die Vorderbeine und das rechte Hinterbein ganz kräftig bewegt werden. Der linke Hinterfuss wird ganz lahm nachgeschleift, ohne irgendwie sich zu bewegen. Kneipt man den linken Hinterfuss nur ganz wenig, an beliebigen Stellen, so entstehen die heftigsten Bewegungen des ganzen Körpers. Liegt das Thier, während es am linken Hinterfusse gekneipt wird, auf dem Boden, so flüchtet es nach der nächsten Ecke. Wird es während des Kneipens an den Ohren gehalten, so macht es Versuche, die haltende Hand zu kratzen und schreit oft anhaltend, wenn man es etwas kräftiger kneipt. Kneipt man das Thier, nachdem man ihm einige Ruhe gelassen hatte, an der rechten Hinterextremität, so wird zuerst diese zurückgezogen, und bei wiederholtem und bei kräftigem Kneipen entstehen Fluchtbewegungen und mitunter Schreie.

$^3/_4$ Stunden nach der Operation wird die Temperatur gemessen.

Rechter Oberschenkel, Hautwunde	35,3
Linker Oberschenkel, Hautwunde	34,1

Digitized by Google

Rechte Schulterblattgegend, Hautwunde	36,4		
Linke Schulterblattgegend, Hautwunde	36,3		
		I.	II.
Rechter Unterschenkel, der fortwährend zittert, Hautwunde		34,1	33,0
weiter unten		31,9	31,0
Linker Unterschenkel, Hautwunde weiter oben		33,9	33,5
weiter unten		34,3	33,8
Hautoberfläche in der Beuge des Tibiotarsalgelenkes links		32,4	
Hautoberfläche in der Beuge des Tibiotarsalgelenkes rechts		29,7	
Rechte Fusssohle		27,3	
Linke Fusssohle		34,0	

Nachmittags 4 Uhr. Das Kaninchen lebt noch. Bewegung und Empfindung wie oben. Die Reactionen nach Kneipen des linken Hinterfusses sind noch mehr gesteigert.

Temperatur (Nachmittags 4 Uhr).

Rechte Schulterblattgegend	36,4
Linke Schulterblattgegend	36,0
Linkes Ohr	31,2
Rechtes Ohr	31,2
Rechter Oberschenkel, Hautwunde	35,5
Linker Oberschenkel, Hautwunde	34,8
Linker Unterschenkel untere Hautwunde	29,2
Rechter Unterschenkel untere Hautwunde	28,0
Linke Fusssohle	34,0
Rechte Fusssohle	30,4

Am andern Tage früh 8 Uhr wird das Thier todt gefunden, und es ergiebt sich eine sehr genaue Durchschneidung der linken Seitenhälfte des Rückenmarkes in der Höhe des 7ten Dorsalwirbels.

Achter Versuch. 11. Juni. Früh 10 Uhr.

Einem weissen Kaninchen wird die Temperatur gemessen.

Rechte Schultergegend	37,1	Hautwunde.
Linke Schultergegend	37,35	
Linke Sakralgegend	37,4	
Rechte Sakralgegend	36,7	
Linker Oberschenkel	36,8	
Rechter Oberschenkel	37,6	
Linker Unterschenkel	32,6	
Rechter Unterschenkel	35,5	
Linke Fussohle	25,6	NB. Die Tibiotarsalgelenke waren geschnürt und die Füsse ausgestreckt.
Rechte Fussohle	23,7	

Es wurde nun dem Thiere in der Gegend der mittleren Brustregion das Rückenmark linksseitig zur Hälfte durchschnitten.

Nach der Operation ist das Thier ziemlich munter. Auf den Boden gesetzt, verhält es sich ruhig.

Kneipt man einen der Vorderfüsse, so macht das Thier Fluchtversuche oder zieht einfach den Fuss zurück. Kneipt man den rechten Hinterfuss, so wird derselbe meist zurückgezogen, ohne dass Fluchtversuche eintreten. Kneipt man jedoch etwas stärker, so erzeugt man auch von hier aus Schreie und Fluchtversuche.

Digitized by Google

Kneipen des linken Hinterfusses an beliebigen Stellen bringt sehr heftige allgemeine Reactionen und schleunige Flucht jedesmal hervor. Willkührlich werden bewegt beide Vorderbeine und rechtes Hinterbein, linkes Hinterbein ist lahm.

¾ Stunden nach Beendigung der Operation wird die Temperatur gemessen. Der rechte Hinterfuss zittert ziemlich stark.

Rechte Sakralgegend	34,5
Linke Sakralgegend	34,15
Linker Oberschenkel	33,5
Rechter Oberschenkel	34,8
Linker Unterschenkel	32,5
Rechter Unterschenkel	32,1
Beuge zwischen Ober- und Unterschenkel rechts	33,5
Beuge zwischen Ober- und Unterschenkel links	34,3
Linker Unterschenkel (wo die Muskeln aufgehört haben)	33,4
Rechter Unterschenkel (an gleicher Stelle)	30,5
Zehen am rechten Fusse	24,5
Zehen am linken Fusse	32,7
Hautoberfläche in der Beugeseite des Tibiotarsalgelenkes rechts	27,8
Hautoberfläche in der Beugeseite des Tibiotarsalgelenkes links	33,8
Linke Schultergegend	34,7
Rechte Schultergegend	35,0

Nachmittags 3½ Uhr. Das Thier hatte mittlerweile ruhig in einer Ecke des Zimmers gesessen.

Bei leisem Einstecken der Thermometercüvette links am Hinterfusse entstehen schon Fluchtbewegungen.

Rechte Sakralgegend	33,5
Linke Sakralgegend	33,9
Rechter Oberschenkel	33,8
Linker Oberschenkel	33,1
Rechter Unterschenkel oben	30,75
Linker Unterschenkel oben	32,4
Rechter Unterschenkel unten	28,2
Linker Unterschenkel unten	33,0
Hautoberfläche in der Beuge des Tibiotarsalgelenkes rechts	25,0
Hautoberfläche in der Beuge des Tibiotarsalgelenkes links	32,0
Fusszehen rechts	26,4
Fusszehen links	33,5

Das Thier wird andern Tages in der Frühe todt gefunden. Die Section ergiebt einen halbseitigen Querschnitt links bis zur Mittellinie, in der Gegend des 8ten Wirbels.

Neunter Versuch. 14. Juni. Vormittags 9 Uhr. Einem grossen und starken Kaninchen wird die Temperatur gemessen.

Innere Fläche des linken Ohres	36,7
Innere Fläche des rechten Ohres	37,3
Rechte Schultergegend, Hautfalte	36,3
Linke Schultergegend, Hautfalte	36,1
Rechte Vorderpfote, Hautfalte	35,6

Digitized by Google

Linke Vorderpfote, Hautfalte	35,4
Rechte Sakralgegend, Hautfalte	36,5
Linke Sakralgegend, Hautfalte	37,4
Rechter Oberschenkel, Hautfalte	37,3
Linker Oberschenkel, Hautfalte	36,9
Rechte Hinterpfote, Hautfalte	36,4
Linke Hinterpfote, Hautfalte	35,5

Demselben wird in der Höhe des 7ten Dorsalwirbels die linke Seitenhälfte des Markes quer durchgeschnitten.

Linkes Bein ganz willkührlich gelähmt und giebt die bekannten gesteigerten Reactionen. Die 3 übrigen Beine verhalten sich normal.

1 Stunde nach der Operation.

Linke Fusssohle	38,0	hinten.
Rechte Fusssohle	24,5	hinten.
Linker Unterschenkel	34,0	
Rechter Unterschenkel	32,5	
Vorderfuss-Sohle links	25,0	
Vorderfuss-Sohle rechts	24,25	
Rechter Oberschenkel	36,0	
Linker Oberschenkel	35,0	
Linke Lendengegend, Hautfalte	35,5	
Rechte Lendengegend, Hautfalte	35,5	

Nachmittags 3 Uhr. Das Kaninchen war in einer Ecke des Zimmers gelegen. Bewegung und Empfindung wie Vormittags. Die Reactionen auf Kneipen des linken Hinterfusses sind noch gesteigerter als Vormittags.

Es wird nun die Temperatur gemessen.

Linke Hinterpfote, Zehen	34,0
Rechte Hinterpfote, Zehen	24,1
Linker Unterschenkel in der Gegend der Sehnen	32,2
Rechter Unterschenkel in der Gegend der Sehnen	29,1
Rechter Oberschenkel	34,3
Linker Oberschenkel	33,5
Rechter Oberschenkel zwischen den Muskeln	35,7
Linker Oberschenkel zwischen den Muskeln	34,7
Linke Weiche	35,5
Rechte Weiche	35,5
Linker Unterschenkel zwischen Haut und Muskeln	32,2
zwischen den Muskeln	33,0
Rechter Unterschenkel zwischen Haut und Muskeln	33,3
zwischen den Muskeln	34,6
Rechter Unterschenkel weiter unten, Hautfalte	32,5
Linker Unterschenkel an gleicher Stelle, Hautfalte	33,8
Linke Schultergegend	35,5
Rechte Schultergegend	35,5
Linke Vorderpfote	24,0
Rechte Vorderpfote	25,0

Es wird um 6 Uhr Abends getödtet. Gute Durchschneidung der linken Seitenhälfte des Markes in der Höhe des 7ten Dorsalwirbels.

Digitized by Google

Zehnter Versuch. 24. Juni früh 8 Uhr. Einem grossen weissen Kaninchen wird die Temperatur gemessen.

Zimmertemperatur 20° C.

Linkes Ohr	38,9
Rechtes Ohr	38,5
Linke Nackengegend, Hautfalte	39,0
Rechte Nackengegend, Hautfalte,	38,6
Linke Vorderfusszehen	33,8
Rechte Vorderfusszehen	33,0
Linker Thorax (An d. 8ten Rippe), Hautfalte	39,0
Rechter Thorax (An d. 8ten Rippe), Hautfalte	38,6
Oberarm links	38,9
Oberarm rechts	38,0
Linke Lumbargegend, Hautfalte	38,7
Rechte Lumbargegend, Hautfalte	38,5
Linker Oberschenkel, Hautfalte	38,6
Rechter Oberschenkel, Hautfalte	38,15
Linke Hinterfusszehen	28,9
Rechte Hinterfusszehen	30,3

Es wird nun dem Kaninchen das Mark in der Gegend des 4ten—5ten Halswirbels links zur Hälfte durchgeschnitten. Die Haut- und Muskelwunde durch die Naht vereinigt.

Nach der Operation ist das Thier sehr erschöpft, athmet schwierig.

Kneipt man die linke Hinterextremität, so dreht sich der Kopf nach rechts und aufwärts und das rechte Vorder- und Hinterbein bewegen sich sehr heftig. Dasselbe geschieht nach Kneipen des linken Vorderbeines.

Kneipt man eine der beiden Extremitäten rechterseits, so entstehen allgemeine Bewegungen des Körpers; der Versuch zu entfliehen ist immer resultatlos, da blos die beiden Extremitäten rechterseits zweckmässig bewegt werden.

Kneipt man vorn an der Nase, so bewegt sich der rechte Vorderfuss, um das Instrument zu entfernen, der linke bleibt ganz unbewegt. Wenn sich das Thier von freien Stücken weiter bewegen will, und man hält die beiden Extremitäten linkerseits in der Hand, so fühlt man keine Bewegung in denselben. Blos die Füsse der rechten Seite bewegen sich auf eigenen Antrieb des Thieres.

1 Stunde nach der Operation misst die Temperatur:

Sohle des linken Hinterfusses	28,0
Sohle des rechten Hinterfusses	24,6
Sohle des linken Vorderfusses	29,0
Sohle des rechten Vorderfusses	25,0
Rechtes Ohr	30,5
Linkes Ohr	32,25
Rechte Nackengegend, Hautfalte	36,6
Linke Nackengegend, Hautfalte	35,5
Rechter Oberschenkel, Hautfalte	35,3
Linker Oberschenkel, Hautfalte	34,5

Macht man Hautfalten auf der linken Seite, so entstehen immer lebhafte Bewegungen in den Gliedern der rechten Seite und am Kopfe.

Linker Thorax, 11te Rippe, Hautfalte	36,5
Rechter Thorax, 11te Rippe, Hautfalte	36,7
Rechter Thorax, 6te Rippe	36,2
Linker Thorax, 6te Rippe	36,0
Linke Lumbargegend, Hautfalte	36,9
Rechte Lumbargegend, Hautfalte	36,9
Rechter Oberschenkel, Hautfalte	35,4
Linker Oberschenkel, Hautfalte	34,6
Linker Unterschenkel, Hautfalte zwischen Muskeln und Haut	31,9
Rechter Unterschenkel an gleicher Stelle	32,5
Rechter Unterschenkel in der Gegend der Achillessehne, Hautfalte	28,7
Linker Unterschenkel in gleicher Gegend	29,7

Kneipt man nun an verschiedenen Stellen den rechten Fuss, Unter- und Oberschenkel, so kratzt das Thier mit dem rechten Vorderfuss den Boden und hebt den Kopf in die Höhe, der gekneipte Fuss wird heftig zurückgezogen. Kneipt man wiederholt, so schreit das Thier. Kneipt man ganz leise den linken Hinterfuss an beliebigen Stellen, so entstehen heftige Bewegungen mit rechtem Vorder- und Hinterfuss, mit dem Kopfe, Schreie. Das Thier wendet immer seinen Kopf um, aber immer nach rechts.

Linker Ober-, Vorderarm und Zehen des Vorderfusses gekneipt: Es entstehen heftige Bewegungen mit dem Kopfe, den Extremitäten rechterseits und Schreie.

Rechter Vorder- und Oberarm gekneipt: das Thier zieht die Extremität zurück, fährt mit dem Kopfe zurück, macht kratzende Bewegungen mit der hintern rechten Extremität; ebenso wie es sonst normaler Weise beim Kneipen zu geschehen pflegt.

12 Uhr Mittags (3 Stunden nach Beendigung der Operation).

Das Thier sucht sich fortwährend nach rechts im Kreise zu bewegen, die Extremitäten der linken Seite werden nicht mitbewegt.

Temperatur.	Linker Hinterfuss, Zehen	29,5
	Rechter Hinterfuss, Zehen	25,3
	Linker Vorderfuss, Zehen	34,0
	Rechter Vorderfuss, Zehen	27,4
	Beugeseite des Tibiotarsalgelenkes rechts	27,1
	links	30,5

Nachmittags 3—4 Uhr. Das Thier ist sehr deprimirt. Beim leisesten Geräusche macht es krampfhafte Bewegungen mit den Extremitäten rechterseits. Kneipt man einen Theil der linkseitigen Extremitäten, so schreit das Thier laut und anhaltend.

Rechter Hinterfuss	21,8
Linker Hinterfuss	23,0
Linker Vorderfuss	22,8
Rechter Vorderfuss	24,0
Rechter Oberschenkel	33,0
Linker Oberschenkel	30,0
Linker Oberarm	32,5
Rechter Oberarm	34,0

Das Thier wird getödtet. Es ergiebt sich unterhalb des Abganges der 3ten Cervicalnervenwurzeln ein Querschnitt durch die linke Seitenhälfte des Markes.

Hinterstränge, Seitenstränge, gesammte graue Substanz, der grösste Theil der Vorderstränge sind bis zur Mittellinie links getrennt. Der innerste Theil der Vorderstränge, ein ¼ Linie breiter Streif ist links noch erhalten.

Eilfter Versuch. 28. Juni. Vormittags 11 Uhr.

Einem kräftigen weissen Kaninchen wird die Temperatur gemessen.

Linkes Ohr	38,2
Rechtes Ohr	37,6
Linke Vorderpfote	34,6
Rechte Vorderpfote	35,2
Rechte Hinterpfote	34,0
Linke Hinterpfote	35,5
Linke Thoraxseite 8te Rippe	38,3
Rechte Thoraxseite 8te Rippe	38,8
Lendengegend rechts, Hautfalte	38,3
Lendengegend links, Hautfalte	38,3
Rechter Oberschenkel, Hautfalte	38,6
Linker Oberschenkel, Hautfalte	37,8

Um 12½ Uhr das Mark links am 3—4ten Wirbel quer durchgeschnitten.

Unmittelbar nach der Operation:

Linke Hinterpfote	29,0
Rechte Hinterpfote	26,0
Linke Vorderpfote	31,0
Rechte Vorderpfote	26,5

Nachmittags 2 Uhr wird es genauer beobachtet.

Wenn man das Thier an den Ohren in die Höhe hebt, so dass es frei schwebt, so sieht man, dass das rechte Hinter- und Vorderbein an den Leib gezogen werden. Linkes Hinter- und Vorderbein hängen schlaff herab. Setzt man es auf den Boden, so bringt es sich durch das rechte Vorderbein, das es quer vorne überlegt, in eine ziemliche Gleichgewichtslage. Das linke Hinterbein ist dabei nach hinten gestreckt. Kopf sieht fortwährend nach rechts. Kneipt man an der Nase sanft, so entstehen im linken Vorderfusse leise Reflexe. Kneipt man etwas stärker, so dass es dem Thier unangenehm wird, so werden die beiden Extremitäten rechterseits, besonders die vordere, dazu benutzt, um die Hand wegzukratzen. Hiebei werden der linke Hinter- und Vorderfuss nicht bewegt.

Kneipt man den linken Hinterfuss, so stösst das Thier zuerst einen Schrei aus, und macht starke Bewegungen (Streckung und Beugung) mit den Beinen der rechten Seite. Die linke Hinterextremität wird hiebei gleichfalls bewegt, indem sie krampfhaft gebeugt und gestreckt wird. Das Thier ist dann ganz erschöpft und legt sich auf die linke Seite. Die Bewegungen der beiden Extremitäten rechter Seite sind vollkommen kräftig und ausgiebig. Sie werden hier alle ausgeführt, wie im normalen Zustande. Der Schwanz steht nach rechts. Kneipt man den rechten Hinterfuss, so wird derselbe kräftig zurückgezogen; kneipt man hier etwas stärker, an beliebigen Stellen, so fährt das Thier mit dem Kopfe in die Höhe und zieht das rechte Bein ganz an sich; manchmal schreit es. Ebenso nach Kneipen des rechten Vorderbeines.

Kneipt man das linke Vorderbein, so entstehen lebhafte allgemeine Bewegungen mit Kopf und rechter Körperhälfte und Schreien.

Digitized by Google

Temperatur (das Thier liegt auf der linken Seite).

Zimmertemperatur 21°.	Rechte Vorderpfote	27,3
	Linke Vorderpfote	32,7
	Rechte Hinterpfote	26,1
	Linke Hinterpfote	33,8

Vordere äussere Seite des rechten Oberschenkels, Hautfalte	35,4
zwischen Haut und Muskeln	36,0
Vordere äussere Seite des linken Oberschenkels, Hautfalte	34,3
zwischen Haut und Muskeln	33,7
Linker Unterschenkel, Hautfalte	32,7
zwischen Haut und Muskel	32,8
ganz unten, am Tibiotarsalgelenk	33,6
Rechter Unterschenkel, unten, am Tibiotarsalgelenk	29,3
Lendengegend rechts, Hautfalte	35,2
links, Hautfalte	34,9
Lendengegend rechts zwischen Haut und Muskeln	35,7
links zwischen Haut und Muskeln	34,8
Linker Oberarm, Hautfalte	38,1
Rechter Oberarm, Hautfalte	34,7
Rechter Vorderarm (oben) Hautfalte	33,7
Linker Vorderarm (oben) Hautfalte	33,0
Linker Vorderarm (unten an der Handwurzel)	33,0
Rechter Vorderarm (unten an der Handwurzel)	28,0
Rechte Schultergegend, Hautfalte	34,9
Linke Schultergegend, Hautfalte	34,8
Linker Thorax, Hautfalte	35,5
Rechter Thorax, Hautfalte	35,5
Rechtes Ohr	31,1
Linkes Ohr	33,0

Am 29. Juli. Früh 8 Uhr. Ist todt. Section ergiebt eine ganz genaue Durchschneidung der linken Seitenhälfte des Markes in der Gegend des 3 — 4ten Halswirbels.

B. Versuche an Meerschweinchen.

Zwölfter Versuch. Einem weiblichen Meerschweinchen wird die Temperatur gemessen.

30. Juli. 4 Uhr Nachmittags.

Hautwunde	Rechter Oberschenkel	38,65
	Linker Oberschenkel	38,35
	Rechter Unterschenkel	35,5
	Linker Unterschenkel	35,8
	Rechte Schultergegend	38,8
	Linke Schultergegend	38,9
	Anus	39,5

Es wird demselben nun in der Gegend der letzten Dorsalwirbel die Medulla blosgelegt und die linke Seitenhälfte des Markes quer durchgeschnitten.

Gleich nach der Operation, nachdem die Wunde zugenäht war, läuft das Thier fort. Beide Vorderbeine werden dabei kräftig, das rechte Hinterbein etwas schwächer bewegt. Das linke Hinterbein wird unbeweglich nachgeschleift.

Digitized by Google

Kneipt man die beiden Vorderbeine, so schreit das Thier stark und sucht fortzukommen.

Kneipt man das linke Hinterbein ganz schwach, so stösst es schwache Schreie aus, kneipt man etwas stärker, so erhält man eine Reflexbewegung im linken Hinterbeine (Beugung und Streckung momentan.) Das Thier schreit ferner stark, macht einen Satz mit dem ganzen Körper und sucht zu entkommen.

Kneipt man das rechte Hinterbein sehr schwach, so wird dasselbe an den Leib gezogen. Kneipt man stärker, so schreit das Thier, wendet sich mit dem Kopfe nach rechts und beschnuppert die gekneipte Stelle.

Das linke Hinterbein macht eine Menge von Reflexbewegungen, wenn sich das Thier an der Wand dahinlaufend an demselben reibt. Diese Bewegungen stehen mit dem Laufen jedoch in keinem Zusammenhange, indem das Laufen dadurch nicht unterstützt wird. Die Bewegungen im linken Hinterbeine hören auf, wenn die Reibung seiner Oberfläche aufgehoben wird. Man kann das Bein leise mit der Hand halten, und das Thier läuft dabei, ohne dass das linke Hinterbein Bewegungen macht. Das rechte Hinterbein dagegen macht ganz regelmässige Bewegungen und unterstützt die Fortbewegnng des Thieres wesentlich.

Temperatur.	Rechte Schultergegend	38,0	Linker Unterschenkel	35,5
	Linke Schultergegend	37,9	Rechter Unterschenkel	35,6
	Rechter Oberschenkel	37,1	Rechte Fusssohle	32,5
	Linker Oberschenkel	36,4	Linke Fusssohle	35,5

1. August. Früh 9½ Uhr. Das Meerschweinchen ist todt. Die Section ergiebt eine gute halbseitige Durchschneidung des Markes in der Gegend des 11ten Brustwirbels auf der linken Seite.

Dreizehnter Versuch. 2. August. Nachmittags 4 Uhr.

Einem Meerschweinchen die Temperatur gemessen.

Hautwunde an der Hinterbacke links	38,2
rechts	28,2
Hautwunde, linker Oberschenkel	37,5
rechter Oberschenkel	37,8

Beide Hinterpfoten	27,5	(NB. Das Thier war am Tibiotarsalgelenk gebunden.)
Linke Schultergegend	38,7	
Rechte Schultergegend	39,0	
Beide Vorderpfoten	34,5	
Anus	38,8	

Es wird demselben nun das Rückenmark in der Gegend des 5ten Halswirbels halbseitig links durchgeschnitten.

Nach der Operation liegt das Thier gekrümmt auf seinem Bauche da. Die linke Seite ist convex, die rechte concav. Beide linke Extremitäten liegen nach hinten gestreckt. Die rechterseits sind in ihrer normalen Stellung. Die beiden linken Füsse kann man in beliebige Lagen bringen, in denen sie verharren.

Leises Kneipen der linken Vorderpfote und Hinterpfote und des Rumpfes linkerseits erzeugt lebhaftes Schreien und Zusammenfahren des Thieres. Das gekneipte Bein wird blitzschnell zurückgezogen und wieder gestreckt. Jedesmal wird eine Drehung nach rechts gemacht, da sich natürlicher Weise das Thier nicht weiter nach vorwärts bewegen kann. Kneipen des rechten Hinterbeines ruft ein Zurückziehen desselben, eine Bewegung mit dem Kopfe und dem rechten Vorderbeine, stärkeres Kneipen einen Schrei und ein Zusammen-

Digitized by Google

fahren von Seiten des Thieres hervor. Kneipen des rechten Vorderbeines erzeugt ein Zusammenfahren, ein Winseln und Versuche, mit dem rechten Hinterbein das Instrument wegzukratzen. — Selbständige Bewegung, die ohne Anreiz von Aussen entsteht, zeigt die Muskulatur der rechten Seite des Halses, der rechten Rumpfseite und der beiden Extremitäten der rechten Seite

Temperatur eine Stunde nach der Operation:

Sohle des linken Hinterfusses	35,5
Sohle des rechten Hinterfusses	30,5
Sohle des linken Vorderfusses	35,0
Sohle des rechten Vorderfusses	32,5
Beugeseite des linken Tibiotarsalgelenkes	35,0
Beugeseite des rechten Tibiotarsalgelenkes	32,5
Linke Achselhöhle	36,9
Rechte Achselhöhle	36,9
Linke Schenkelbeuge	36,8
Rechte Schenkelbeuge	36,6
Linker Oberschenkel, Hautwunde	34,6
Rechter Oberschenkel, Hautwunde	35,3
Temperatur des Anus	35,7

Am andern Morgen früh 10 Uhr getödtet. Die Section ergiebt eine linkseitige Durchschneidung des Markes in der Gegend des 2ten Halswirbels bis an die Mittellinie.

Vierzehnter Versuch. 5. August Vormittags 10 Uhr.

Männliches Meerschweinchen.

Temperatur:	Rechte Hinterpfote	33,2
	Linke Hinterpfote	33,6
	Beide Vorderpfoten	36,0
	Linke Schenkelbeuge	39,2
	Rechte Schenkelbeuge	39,0
	Linke Achselhöhle	39,4
	Rechte Achselhöhle	39,2
	Anus	38,0

Es wird demselben nun das Rückenmark in der Gegend der oberen Halswirbel links zur Hälfte quer durchgeschnitten. Wunde durch Nähte vereinigt.

Nach der Operation lässt man dem Thiere eine Viertelstunde Erholung.

Es liegt halbkreisförmig gekrümmt auf dem Tische, mit der rechten Seite concav, mit der linken Seite convex. Die beiden Extremitäten der linken Seite sind gelähmt in der willkührlichen Bewegung. Die beiden Extremitäten der rechten Seite sind gut leistungsfähig. Das Thier bewegt sich von freien Stücken nach der rechten Seite in einem Bogen.

Kneipen der Extremitäten rechterseits an beliebigen Stellen erregt, wenn es sehr schwach ist, ein Zurückziehen des gekneipten Fusses; wenn es etwas stärker ist, Bewegungen des Kopfes nach der gekneipten Stelle. Ist es noch stärker, so schreit das Thier laut. Ueberall, an allen Stellen der rechten Seite sind diese Erscheinungen hervorzurufen. Die Erscheinungen sind vollkommen ebenso, wie sie nach Kneipen eines ganz unverletzten Thieres stattfinden.

Kneipt man an irgend einer Stelle der linkseitigen Extremitäten, so schreit das Thier jedesmal laut auf, und macht starke Bewegungen mit Kopf und den

Digitized by Google

Extremitäten rechts, die eine Rechtsdrehung des Thieres zum Resultate haben. Stark wiederholtes Beugen und Strecken der Extremitäten linkerseits. Die Erscheinungen sind constant nach wiederholter genauer Prüfung.

Temperatur zwei Stunden nach der Operation:

Rechte Hinterpfote	29,5
Linke Hinterpfote	35,5
Linke Vorderpfote	35,7
Rechte Vorderpfote	30,9
Rechtes Tibiotarsalgelenk, Hautoberfläche	31,5
Linkes Tibiotarsalgelenk, Hautoberfläche	34,8
Hautwunde am rechten Oberschenkel	35,8
Hautwunde am linken Oberschenkel	35,0
Rechte Schultergegend, Hautwunde	36,45
Linke Schultergegend, Hautwunde	35,7
Rechte Schenkelbeuge	36,4
Linke Schenkelbeuge	36,4
Rechte Achselhöhle	36,4
Linke Achselhöhle	36,2
Temperatur des Anus	35,7

Wird Nachmittags 4 Uhr getödtet. Die anatomische Untersuchung ergiebt eine vollständige quere Durchtrennung der Hinterstränge, Seitenstränge und der grauen Substanz der linken Seitenhälfte des Markes bis zur Mittellinie, in der Höhe des 4ten Halswirbels. Ebenso ist der grösste Theil der Vorderstränge getrennt. Ein kleines Fädchen weisser Substanz zu den Vordersträngen gehörig ist unverletzt.

C. Versuche an Katzen.

Funfzehnter Versuch. Dienstag den 4. August. Einer jungen (6wöchentlichen) Katze wird die Temperatur gemessen.

Linke Vorderpfote	34,0
Rechte Vorderpfote	34,2
Linke Hinterpfote	34,4
Rechte Hinterpfote	34,6
Anus	37,7
Linker Oberschenkel (zwischen Haut und Muskeln)	36,5
Rechter Oberschenkel	36,4
Rechter Oberarm, Hautwunde	36,1
Linker Oberarm, Hautwunde	36,2
Rechte Achselhöhle	36,6
Linke Achselhöhle	36,6
Linke Schenkelbeuge	36,7
Rechte Schenkelbeuge	36,8

Der Katze wird nun oben am Halse in der Gegend des 4ten Halswirbels das Mark links quer zur Hälfte durchgeschnitten. Operation um 11 Uhr.

Haut- und Muskelwunde durch Nähte vereinigt.

Nach der Operation ist die willkührliche Bewegung der linken Körperhälfte vernichtet. Die Katze liegt mit nach rechts gerichtetem Kopfe, halbkreisförmig gekrümmt, mit concaver rechter und convexer linker Seite auf dem Bauche. Die Extremitäten der linken Seite liegen vom Körper weg ausgebreitet schlaff da

Digitized by Google

und lassen sich in beliebige Lagen bringen. Die Extremitäten der rechten Seite sind an den Leib gezogen. Diese werden ganz gut willkührlich, wie sonst bewegt, und ihre Bewegung hat zur constanten Folge eine Drehung des Körpers im Bogen nach der rechten Seite. Dabei werden die Extremitäten der linken Seite unbeweglich nachgeschleift. Kneipen der Extremitäten der linken Seite erzeugt Schreien, das Thier macht Bewegungen, um das Instrument wegzukratzen, und dreht sich im Kreise, indem es offenbar zu entfliehen sucht. Kneipen der Extremitäten der rechten Seite erzeugt Schreien, allgemeine Bewegungen, Kratzen und so fort eben so gut wie Kneipen der Extremitäten linkerseits, nur im Ganzen weniger intensiv.

1 Stunde nach der Operation.

Temperatur	der rechten Vorderpfote	32,5
	der linken Vorderpfote	35,2
	der rechten Hinterpfote	33,4
	der linken Hinterpfote	35,0
	Anus	35,2
Hautwunde:	Rechter Oberschenkel	34,2
	Linker Oberschenkel	33,5
	Linker Oberarm	34,0
	Rechter Oberarm	34,5

4 Uhr Nachmittags.

Ist noch am Leben, liegt halbkreisförmig gekrümmt da, und bewegt sich nach der rechten Seite. Häufiges Zittern am Leibe.

Kneipen an allen Stellen des Körpers, rechts wie links, ruft Fluchtversuche und Schreien hervor.

Rechte Hinterpfote	29,3°
Linke Hinterpfote	32,4°
Linke Vorderpfote	33,0°
Rechte Vorderpfote	31,0°
Rechte Schulter, Hautwunde	32,3°
Linke Schulter, Hautwunde	32,0°

Sie wird nun getödtet. Die Section ergiebt eine ganz genaue Durchschneidung der linken Seitenhälfte des Rückenmarkes bis zur Mittellinie in der Gegend des 4ten—5ten Halswirbels.

Sechzehnter Versuch. Dienstag am 18. August. Vormittags 10 Uhr.

Erwachsene Katze.

Temperatur:	Anus	37,8
	Linke Hinterpfote	28,5
	Rechte Hinterpfote	26,7
	Linke Vorderpfote	26,5
	Rechte Vorderpfote	28,0
	Linker Oberschenkel, Hautfalte	36,0
	Rechter Oberschenkel, Hautfalte	36,0
	Linker Oberarm, Hautfalte	37,1
	Rechter Oberarm, Hautfalte	36,8
	Rechte Lumbargegend, Hautfalte	37,0
	Linke Lumbargegend, Hautfalte	37,0

Um 11½ Uhr wird ihr nun in der Höhe des 3ten Halswirbels das Rücken-

Digitized by Google

mark bloss gelegt und die linke Seitenhälfte desselben von der Mittellinie an quer durchgeschnitten.

Nach der Operation dreht sie sich gleich nach der rechten Seite, so dass sie mit der rechten Seite concav, mit der linken Seite convex halbkreisförmig gekrümmt daliegt. Die beiden Extremitäten der rechten Seite werden ganz gut willkührlich bewegt. Beide linke Extremitäten liegen schlaff am Körper und lassen sich in beliebige Stellungen bringen. Während das Thier von freien Stücken sich dreht, bleiben sie unbeweglich liegen. Das linke Hinterbein giebt jedoch sehr leise Reflexe.

Auf Kneipen aller 4 Extremitäten an beliebigen Stellen giebt das Thier allgemeine Reactionen, Fluchtversuche, Versuche zu beissen und zu kratzen, die aber alle ziemlich schwach sind (unmittelbar nach der Operation nämlich.)

Eine halbe Stunde nach der Operation.

Temperatur.	Zehen des rechten Hinterfusses	22,0	Differenz 12,5°
	Zehen des linken Hinterfusses	34,5	
	Zehen der linken Vorderextremität	29,5	
	Zehen der rechten Vorderextremität	25,0	
	Anus	36,0	

Nachmittags 3 Uhr.

Die Katze ist ganz munter. Sie liegt auf der linken Seite und miaut von Zeit zu Zeit. Mit der rechten Vorderpfote greift sie öfters aus, um weiter zu kommen. Wenn sie dann mit der rechten Hinterpfote nachhilft, so hat diess meistentheils eine Bewegung im Kreise nach rechts zur Folge.

Die Extremitäten der linken Seite werden hiebei unbeweglich nachgeschleift. Kneipen der Beine linkerseits ruft constante Reflexe in diesen, ferner lautes Schreien, Beissversuche und Anstrengungen, mit den Extremitäten der rechten Seite die Hand zu kratzen, oder zu entfliehen, hervor.

Beim Kneipen der Extremitäten der rechten Seite entsteht, wenn es stark ist, constant Schreien, besonders auf Kneipen des rechten Hinterbeines.

Linke Vorderpfote	34,5	Differenz 10,3°
Rechte Vorderpfote	24,2	
Rechte Hinterpfote	23,2	Differenz 12,3°
Linke Hinterpfote	35,5	

19. August. Vormittags 9 Uhr.

Die Katze lebt noch und schreit.

Pupille des linken Auges enger, als die des rechten.

Mit den beiden rechtseitigen Extremitäten bewegt sie sich am Boden hin.

Kneipt man sie linkerseits an den Krallen oder an andern Stellen der Füsse, so schreit sie und sucht auf alle mögliche Weise weiter zu kommen.

Durch Berührung der linken Schultergegend werden constante Reflexe mit dem linken Hinterbeine ausgelöst.

Kneipen der Pfoten rechterseits erzeugt auch Schreien und Fluchtbewegungen.

Rechte Vorderpfote, Zehen	22,0 C.	Differenz 12,0° C.
Linke Vorderpfote, Zehen	34,0	
Linke Hinterpfote	34,6	Differenz 13,1° C.
Rechte Hinterpfote	21,5	
Rechter Oberschenkel	34,6	
Rechter Oberarm	35,1	

Digitized by Google

Linker Oberarm	34,4
Linker Oberschenkel	34,4
Linker Unterschenkel	33,5
Rechter Unterschenkel	27,3
Rechter Thorax	34,8
Linker Thorax	34,8
Temperatur des Anus	35,3
Zimmertemperatur	19,9°

Am 19. August Nachmittags 4 Uhr wird sie todt gefunden. Die Section ergiebt eine gute halbseitige Durchschneidung der linken Seite des Rückenmarkes in der Höhe zwischen 3tem und 4tem Cervicalwirbel.

D. Versuche an Hunden.

Siebzehnter Versuch. Freitag am 7. August.

Vormittags 10½ Uhr.

Einem vierteljährigen braunen Pinscher wird die Temperatur gemessen.

Linke Vorderzehen	34,3	(zweite und erste) 36,6 (2te und 3te)
Rechte Vorderzehen	35,3	(zweite und erste) 37,3 (2te und 3te)
Rechte Hinterzehen	36,0	
Linke Hinterzehen	36,8	
Innere Fläche des linken Ohrlappens	38,2	
Innere Fläche des rechten Ohres	38,3	
Hautoberfläche am linken Oberarm	38,2	
Hautoberfläche am rechten Oberarm	38,0	
Linke Schultergegend	38,2	
Rechte Schultergegend	38,1	
Linker Oberschenkel, Hautfalte	37,6	
Rechter Oberschenkel, Hautfalte	37,7	
Rechter Unterschenkel, Hautfalte	36,9	
Linker Unterschenkel, Hautfalte	37,0	
Anus	39,0	

Es wird um 11½ Uhr das Rückenmark im Zwischenraume des 3ten und 4ten Halswirbels linkerseits quer durchgeschnitten. Nach dem Schnitte eine ziemlich grosse Blutung, die mit kaltem Wasser gestillt wird.

Gleich nach der Operation liegt das Thier concav gekrümmt. Das rechte Hinterbein ist krampfhaft gestreckt, die linken Extremitäten liegen schlaff, wie es scheint gelähmt vom Körper ab. Unmittelbar nach der Operation sind durch Kneipen an verschiedenen Körperstellen gar keine Reactionen zu erlangen. Der Kopf liegt auf dem rechten Vorderbeine, das willkührlich bewegt wird. Nach einiger Zeit legt sich das Thier ausgestreckt auf die linke Seite.

Nach einer halben Stunde erhält man sowohl durch Kneipen der rechten als der linken Seite allgemeine Bewegungen des Körpers; d. h. das Thier schreit, bewegt den Kopf und bewegt sich mit den Extremitäten der rechten Seite. Diese Reactionen treten stärker ein auf Kneipen der linken Seite als auf Kneipen der rechten Körperhälfte, wiewohl sie auch hier ganz constant eintreten. Auf Kneipen der Extremitäten linkerseits schreit das Thier lauter, länger und bewegt sich mehr dabei. Die willkührlichen Bewegungen des rechten Vorderbeines sind vollkommen normal und relativ sehr kräftig: die Bewegungen des rechten Hinterbeines haben dagegen immer noch etwas Steifes und Krampfhaftes.

Digitized by Google

Um 12½ Uhr wird die Temperatur gemessen.

Linke Vorderpfote zwischen den Zehen	35,7
Rechte Vorderpfote zwischen den Zehen	30,7
Anus	37,0
Rechte Hinterpfote zwischen den Zehen	31,8
Linke Hinterpfote zwischen den Zehen	36,3°
Rechter Oberarm, Hautfalte	35,4
Linker Oberarm, Hautfalte	35,3
Linke Ellbogenbeuge	35,7
Rechte Ellbogenbeuge	35,1
Handgelenk (Hautfalte) rechts	34,5
Handgelenk (Hautfalte) links	35,5
Rechter Oberschenkel, Hautfalte	35,5
Linker Oberschenkel, Hautfalte	34,8
Linker Unterschenkel in der Gegend der Sehnen	35,5
Rechter Unterschenkel	33,8

Nachmittags 3½ Uhr. Der Hund liegt auf der linken Seite. Er athmet schwer. Kneipt man rechterseits an beliebigen Körperstellen (in längeren Intervallen, damit der Hund dazwischen Ruhe hat), so zieht er die betreffende Extremität zurück, sucht sich mit den beiden Beinen rechterseits fortzubewegen, hebt den Kopf in die Höhe, und bei stärkerem Kneipen schreit er.

Kneipt man links an beliebigen Körperstellen, so schreit das Thier jedesmal sehr laut und macht heftige Bewegungen, um weiter zu kommen. Er ist nach jeder derartigen Reaction immer sehr erschöpft und man muss ihm dazwischen Ruhe gönnen. In den beiden Extremitäten der linken Seite sind keine willkührlichen Bewegungen zu beobachten. Wenn sich das Thier von freien Stücken weiter zu bewegen sucht, so geschieht diess mit beiden Extremitäten der rechten Seite und diess hat jedesmal eine Kreisbewegung im Bogen nach rechts zur Folge; hiebei werden die linkseitigen Extremitäten unbewegt nachgeschleift. Man kann sie auch durch sanftes Rücken in beliebige Lagen zum Körper bringen, ohne dass sie der bewegenden Hand Widerstand leisten, während diess nicht geschieht, wenn man es mit den Extremitäten der rechten Seite versucht. Diese leisten jedem Bestreben, sie aus ihrer Lage zu bringen, entschieden Widerstand und kehren, aus ihrer alten Lage gebracht, wieder beim Nachlass des Zuges in dieselbe zurück.

Temperatur.	Anus	39,35
	Rechte Vorderpfote	38,0
	Linke Vorderpfote	38,2
	Rechte Hinterpfote	38,0
	Linke Hinterpfote	38,0
	Rechter Oberarm, Hautfalte	37,5
	Linker Oberarm, Hautfalte	37,4
	Rechter Oberschenkel, Hautfalte	37,5
	Linker Oberschenkel, Hautfalte	37,0

Wir finden demnach hier eine allgemeine Temperaturerhöhung des Körpers, ein Fieber. Der rechte Fuss ist meist krampfhaft ausgestreckt.

Jede Berührung der linken Seite erzeugt Schreie des Thieres.

Der Hund wird nun durch Durchschneidung seiner Halseingeweide getödtet.

Digitized by Google

Die Section ergiebt eine ausgezeichnete Durchschneidung der linken Seitenhälfte des Rückenmarkes in der Gegend des 3ten bis 4ten Wirbels. Zwischen beiden Schnittflächen ein Blutcoagulum, das sich innerhalb der Dura mater bis zum verlängerten Marke aufwärts und eine Strecke nach abwärts erstreckt.

Die vordere graue Substanz der rechten Seitenhälfte scheint gleichfalls etwas gelitten zu haben.

Achtzehnter Versuch. Am 8. August 1857. Früh 10 Uhr.

Einem erwachsenen schwarzen Königshunde wird die Temperatur gemessen.

Anus	39,6
Linke Hinterpfote	38,2
Rechte Hinterpfote	38,2
Linker Oberschenkel, Hautfalte	38,0
Rechter Oberschenkel, Hautfalte	37,6
Linke Lendengegend, Hautwunde	38,4
Rechte Lendengegend, Hautwunde	38,7
Linke Vorderpfote	37,1
Rechte Vorderpfote	38,0
Gegend der linken 6ten Rippe, Rücken, Hautfalte	39,5
Gegend der rechten 6ten Rippe, Rücken, Hautfalte	39,5
Rechter Oberarm, Hautfalte	39,8
Linker Oberarm, Hautfalte	39,8

Es wird demselben nun die Membrana atlanto-occipitalis posterior geöffnet, mit einem feinen Messer in der Mitte der Medulla oblongata eingegangen und nach links hinausgeschnitten.

Nach der Operation liegt der Hund ganz erschöpft auf der linken Seite. Er giebt auf Kneipen keine Reactionen, athmet sehr schwer und macht keine willkührlichen Bewegungen.

Nach einer Stunde macht er Bewegungen mit dem rechten Vorderbeine und dem linken Hinterbeine. Das linke Vorderbein und das rechte Hinterbein sind gelähmt. Die Reactionen, die er giebt, sind sehr schwach und zweideutig. Kneipt man die linke Vorderpfote, so schreit er jedesmal und athmet schneller. Kneipt man die rechte Vorderpfote, so wird dieselbe angezogen und der Schwanz und das linke Bein bewegen sich. Wird das rechte Hinterbein gekneipt, so wird es gebeugt und dann wieder gestreckt. Kneipt man das linke Hinterbein, so entstehen Bewegungen im Schwanze, im linken Hinterbeine und rechten Vorderbeine und manchmal schreit das Thier.

Temperatur:	Anus	38,55
	Linke Hinterpfote	37,9
	Rechte Hinterpfote	37,9
	Linke Vorderpfote	37,6
	Rechte Vorderpfote	37,6

NB. Das Auge links steht sehr stark nach innen und unten, so dass eine Durchschneidung des Abducens zu vermuthen ist.

Nachmittags $2\frac{1}{2}$ Uhr. Der Hund liegt noch auf der linken Seite. Er athmet stertorös. Auf Kneipen des linken Vorderfusses stets starke Schreie, Bewegungen mit dem rechten Vorder- und linken Hinterbeine. Auf Kneipen des rechten Vorderbeines erfolgt einfaches Zurückziehen desselben. Auf Kneipen

der beiden Hinterbeine entstehen manchmal Bewegungen im rechten Vorder- und linken Hinterbeine, Reflexe im gekneipten Beine, aber weiter Nichts.

Temperatur:	Linke Hinterpfote	37,0
	Rechte Hinterpfote	37,0
	Rechte Vorderpfote	36,7
	Linke Vorderpfote	36,7
	Mastdarm	37,5

Der Hund wird nun getödtet. Die linke Hälfte der Medulla oblongata und des hintern Theiles der Brücke zeigt sich vollständig quer durchgeschnitten. Abducens der linken Seite ist durchschnitten. Bedeutendes Extravasat in den Rückenmarkshäuten. Der Schnitt war also zu weit nach aufwärts gegangen, wo die Kreuzung der motorischen Fasern schon zur Hälfte geschehen war.

Neunzehnter Versuch. Mittwoch den 12. August. Vormittags 9¾ Uhr.

Brauner weiblicher erwachsener Königshund.

Temperatur des Zimmers	22,0° C.	
Anus	39,15	
Linke Hinterpfote, Zehen	28,5	NB. angebunden.
Rechte Hinterpfote, Zehen	29,9	
Linke Vorderpfote, Zehen	31,5	
Rechte Vorderpfote	33,4	
Linker Oberarm (Hautfalte)	38,5	
Rechter Oberarm (Hautfalte)	38,35	
Linker Thorax, 8te Rippe	38,4	
Rechter Thorax, 8te Rippe	38,3	
Linker Oberschenkel, Hautfalte	38,1	
Rechter Oberschenkel, Hautfalte	37,9	
Linke Sakralgegend	38,0	
Rechte Sakralgegend	38,0	

Dem Thier wird nun zwischen dem 3ten und 4ten Wirbel am Halse das Rückenmark linkseitig zur Hälfte durchgeschnitten.

Gleich nach der Operation wendet sich der Hund nach rechts. Nachdem er losgebunden ist, bewegt er sein rechtes Vorder- und Hinterbein, um fort zu kommen. Der Schwanz steht nach rechts. Linkes Hinter- und Vorderbein bewegen sich nicht.

Gleich nach der Operation ist die Temperatur der beiden Vorderpfoten 34,0°
der beiden Hinterpfoten 35,0°

Der Hund liegt auf dem Boden auf der linken Seite.

Kneipt man die linke Hinterextremität (unmittelbar nach der Operation), so entstehen keine Reactionen. Ebenso mit der linken Vorderextremität. Kneipt man eine der beiden Extremitäten rechts, so werden sie angezogen. Der Hund versucht die kneipende Hand zu beissen und mit dem andern Fusse derselben Seite die Hand wegzukratzen. Ausserdem sind die beiden Füsse rechterseits immer stark gestreckt.

⅛ Stunde nach der Operation.

Man kneipt den linken Hinterfuss: der Hund fährt auf und fängt an zu winseln. Zum Aufrichten gebraucht er die beiden rechten Füsse.

Man kneipt den linken Vorderfuss. Der Hund fährt zusammen und winselt. Beide Extremitäten linker Seite lassen sich hin und her (natürlich leise)

Digitized by Google

bewegen, ohne Widerstand zu leisten. Die Extremitäten der rechten Seite sind gut leistungsfähig und äussern jedem Bestreben, sie aus ihrer Lage zu bringen, energisch Widerstand.

¾ Stunden nach der Operation. Die Temperatur wird gemessen.

Rechte Hinterpfote	35,6
Linke Hinterpfote	36,2
Rechte Vorderpfote	33,9
Linke Vorderpfote	35,9
Rechter Ohrlappen, innere Fläche	32,3
Linker Ohrlappen, innere Fläche	35,5
Anus	37,1
Linker Oberarm, Hautfalte	35,7
Rechter Oberarm, Hautfalte	36,3
Rechter Oberschenkel	36,1
Linker Oberschenkel	35,2
Linke Thoraxseite	35,8
Rechte Thoraxseite	36,1
Linke Lumbargegend	35,5
Rechte Lumbargegend	35,7
Linke Hinterpfote	36,1
Rechte Hinterpfote	34,6
Linke Vorderpfote	36,5
Rechte Vorderpfote	31,1
Rechtes Tibiotarsalgelenk, Hautfalte	34,3
Linkes Tibiotarsalgelenk, Hautfalte	35,2
Linkes Carpalgelenk, Hautoberfläche	35,5
Rechtes Carpalgelenk, Hautoberfläche	31,4

Kneipen der linken Extremitäten erzeugt Zusammenfahren und Winseln des Thieres, gleichviel wo man dieselben reizt.

Kneipen der Extremitäten der rechten Seite ruft ein starkes Zurückziehen der gereizten Extremität hervor, und wenn es anhält, Winseln des Thieres. Diese Reactionen werden erhalten, man mag rechts kneipen, wo man will.

Nachmittags 4 Uhr. (5 Stunden nach der Operation.) Der Hund liegt auf der linken Seite. Die Extremitäten der rechten Seite zittern stark.

Rechte Vorderpfote	27,6
Linke Vorderpfote	36,4
Linke Hinterpfote	36,5
Rechte Hinterpfote	35,5
Rechter Oberarm, Hautfalte	35,0
Linker Oberarm, Hautfalte	35,4
Linker Oberschenkel	35,4
Rechter Oberschenkel	36,0
Linke Hinterpfote	37,0
Rechte Thoraxgegend, 8te Rippe	36,3
Linke Thoraxgegend, 8te Rippe	36,0
Rechter Thorax weit oben	35,5
Linker Thorax	35,5
Rechter Oberschenkel	36,0
Linker Oberschenkel	35,5
Linkes Ohr	36,5
Rechtes Ohr	33,4
Linke Lumbargegend	35,3
Rechte Lumbargegend	35,6
Anus	37,5

Pupille links enger als rechts.

Kneipt man eine Körperstelle, beliebig wo, auf der linken Seite des Kör-

pers, so fährt der Hund auf und schreit und bellt. Kneipt man rechterseits ebenso, so wird das Bein anfangs zurückgezogen, und kneipt man auch noch jetzt, so knurrt er und versucht zu beissen. Die Extremitäten der linken Seite werden nie willkührlich bewegt und liegen vollkommen schlaff am Körper an.

Das Thier wird um 6 Uhr getödtet und es ergiebt sich eine gutgelungene Durchschneidung der linken Seitenhälfte des Markes zwischen dem 3ten und 4ten Halswirbel.

Zwanzigster Versuch. 27. August 1857. Vormittags 10 Uhr.

Ein ziemlich grosser weissgelber rauchhaariger Pinscher wird vorgenommen.

	Temperatur.	
Linke Hinterpfote	30,1	angebunden, daher die Temperatur wohl zu niedrig gefunden.
Rechte Hinterpfote	29,0	
Linker Oberschenkel	37,5	
Rechter Oberschenkel	37,6	
Anus	39,0	
Rechte Vorderpfote	36,0	
Linke Vorderpfote	37,0	
Rechter Ohrlappen	37,1	
Linker Ohrlappen	37,0	
Linke Oberarmgegend	38,0	
Rechte Oberarmgegend	38,0	
Thorax links, 8te Rippe, Hautfalte	38,2	
Thorax rechts, 8te Rippe, Hautfalte	38,1	

Diesem wird nun die Membrana atlanto-occipitalis posterior geöffnet, in der Mittellinie mit dem Messer eingegangen und nach links hinaus geschnitten.

Ungeheure Blutung, die allmählig gestillt wird.

Er wird auf den Boden auf die linke Seite gelegt.

Eine Viertelstunde nach der Operation regt er sich nicht, und athmet schwer.

Nach $^1/_2$ Stunde fängt er an zu winseln und die beiden Extremitäten rechterseits zu bewegen. Die linke Seitenhälfte des Körpers rührt sich nicht.

Er athmet fortwährend schwer.

$^1/_2$ Stunde nach der Operation. Temperatur des Anus 28,5°

Linker Hinterfuss	27,5	Rechter Vorderfuss	27,4
Rechter Hinterfuss	26,9	Linker Vorderfuss	27,4

Beim Kneipen der Füsse, gleichviel welcher Seite, erhält man keine Reactionen.

Er wird nun mit alten Kleidungsstücken zugedeckt.

12 $^1/_2$ Uhr Mittags. Liegt noch auf der linken Seite, athmet stossweise, schwer, streckt beide Extremitäten der rechten Seite stark aus. Dieselben zittern.

Kneipt man nun ganz schwach einen der beiden Füsse linkerseits, so schreit der Hund jedesmal. Kneipt man den rechten Hinterfuss, so wird er zurückgezogen und das Thier winselt. Kneipt man den rechten Vorderfuss, so zieht der Hund ihn unter Winseln zurück. Der Unterschied in den Reactionen, die man auf Kneipen der rechten und der linken Seite erhält, ist dem Grade und der Dauer derselben nach äusserst verschieden. Die Hyperästhesie (?) links ist enorm.

12¾ Uhr.	Temperatur des Anus	37,8
	Rechte Vorderpfote	33,5
	Linke Vorderpfote	26,4
	Linke Hinterpfote	28,0
	Rechte Hinterpfote	32,0
	Rechtes Ohr	28,0
	Linkes Ohr	32,1
Nachmittags 3 Uhr:	Der Hund hat sich erbrochen.	
	Rechte Hinterpfote	27,2
	Linke Hinterpfote	33,0
	Rechte Vorderpfote	31,0
	Linke Vorderpfote	33,5

Die Bewegungs- und Gefühlserscheinungen wie am Mittag.

	Rechtes Ohr	27,3
	Linkes Ohr	32,6
	Anus	37,3
	Linker Oberschenkel	35,0
	Rechter Oberschenkel	35,2

Weiter oben ist die Temperatur nicht gut zu messen, da die linke Körperseite hier von der erbrochenen Flüssigkeit durchnässt ist.

Die Section ergiebt eine linkseitige Durchschneidung des Markes in der Gegend des unteren Endes der Nackengrube. Der Schnitt ist nicht ganz zur Mittellinie gegangen, es war noch ein Theil der grauen und der weissen Substanz zunächst der Mittellinie links ungetrennt. Starkes Extravasat in den Häuten.

Bei der Beurtheilung und Besprechung der vorausgegangenen Versuche, die nur ein Theil von denjenigen sind, welche ich überhaupt an Säugethieren machte, will ich die Erscheinungen der willkührlichen Bewegung und der Empfindung von dem Einflusse des Rückenmarkes auf die Temperatur des Thierkörpers getrennt abhandeln.

Bezüglich der ersteren Functionen lassen sich die Haupterscheinungen, welche bei alten, wie bei jungen Säugethieren verschiedener Klassen ganz übereinstimmend auf halbseitige Quertrennungen des Markes bis zur Mittellinie erfolgten, in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1) Eine halbseitige Durchtrennung des Rückenmarkes in beliebigen Höhen erzeugt bei den Säugethieren ganz constant

1) Eine Lähmung der willkührlichen Bewegungen in den Körpertheilen unterhalb und auf der Seite des Schnittes.

2) Eine mit der Zeit nach der Operation stetig wachsende Zunahme der allgemeinen Reactionen, die man sonst mit dem Namen Schmerzensäusserungen zu bezeichnen pflegt, auf Reizung der unter und auf der Seite des Schnittes gelegenen Körpertheile.

2) Eine halbseitige Durchschneidung des Rückenmarkes der Säugethiere in verschiedenen Höhen beeinträch-

Digitized by Google

tigt, abgesehen von den Folgen einer derartigen Verwundung überhaupt, weder die willkührliche Bewegung noch die Reactionen, die normaler Weise auf Reizung des Körpers erfolgen, in den Theilen der dem Schnitte entgegengesetzten Körperseite auf eine erhebliche Weise. —

Sind diese Erscheinungen der Art, dass sich aus ihnen der Schluss auf eine gekreuzte Wirkung des Rückenmarkes bei den Säugethieren rechtfertigen lässt?

Einer gekreuzten Leitung der willkührlichen Bewegung im Rückenmarke der Säugethiere stehen die Ergebnisse der Versuche direct entgegen. Denn wir müssten, um auf eine Kreuzung schliessen zu dürfen, auf der Seite unterhalb des Querschnittes den Fortbestand gewisser willkührlicher Bewegungen finden, welche auf der entgegengesetzten Seite aufgehoben sein müssten. Allein nie war der Fortbestand einer selbständigen willkührlichen Bewegung auf der Seite unterhalb des Schnittes zu constatiren, während wir auf der andern Seite da, wo die Experimente schonend und mit möglichst geringem Blutverlust angestellt wurden, die vollständige Erhaltung der willkührlichen Bewegungen, sowohl der Kraft als der Ausdehnung nach, auf der dem halbseitigen Schnitte entgegengesetzten Seite antrafen.

Gerade dieses letzte Factum halte ich für eines der wichtigsten in dieser Frage, denn eine Aufhebung der willkührlichen Bewegung in den Theilen unterhalb des Schnittes konnte auch durch den tiefen Eingriff in die Functionen des Thierleibes, wie es die Durchschneidung des Markes doch ist, hervorgebracht werden, gerade so wie oft genug die Operation eine erhebliche Schwächung der Extremitäten der entgegengesetzten Seite erzeugte. — Meine Versuche stimmen demnach mit denjenigen von *Galen, Flourens, Nasse, Kürschner, Brown-Séquard, Volkmann* vollkommen überein. —

Was nun die 2te Frage, die Frage nach dem Verlaufe der sensibeln Eindrücke im Marke und insbesondere die Frage nach ihrem gekreuzten Verlaufe anlangt, den *Brown-Séquard* in seinen verschiedenen Abhandlungen so entschieden behauptet hat, so erlauben uns die Resultate der Versuche durchaus nicht, auf ihren gekreuzten Verlauf zu schliessen.

Denn auch zugegeben, was aber noch sehr zu bestreiten ist, dass die Erhöhung der Reactionen nach Reizung auf der gleichen Seite des Schnittes wirklich eine Erhöhung der Empfindlichkeit auf dieser Seite darstellte, eine wirkliche Hyperästhesie, so erlaubt uns doch der Fortbestand der Empfindlichkeit, ja der besonders bei den Meerschweinchen ganz deutlich gefundene Fortbestand des Ortsinnes in allen Theilen der dem Schnitte entgegengesetzten Seite nicht, einen gekreuzten Verlauf der sensibeln Eindrücke im Marke anzunehmen, so bequem diess auch die Erhöhung der Sensibilität auf der dem Schnitte gleichen Seite erklären würde. Im

Digitized by Google

günstigsten Falle, d. h. wenn man alle die Reactionen, welche auf Reizung der Theile erhalten wurden, als Schmerzenssymptome, als Zeichen der Sensibilität auffasst, dürfen wir höchstens schliessen, dass die Empfindung auf 2 Wegen nach dem Hirne geleitet wird. Der eine Weg, auf dem die Leitung in gewöhnlicher Weise geschieht, ist die der betreffenden Körperseite entsprechende gleiche Hälfte des Rückenmarkes, der andere Weg, auf dem sie bei Wegfall dieser Leitung vor sich geht, und stürmisch vor sich geht, ist die dem gereizten Körpertheile entgegengesetzte Hälfte des Rückenmarkes. Ueber das anatomische Substrat der Leitung empfangen wir natürlich durch das Experiment keine Aufschlüsse.

Wer einwenden wollte, dass die Reactionen, welche man auf Reizung der dem Schnitte entgegengesetzten Körpertheile nach der Operation erhält, Reflexbewegungen sind, der übersieht, dass er dann die Reactionen, welche auf Reizung der dem Schnitte gleichen Seite erfolgen und die sehr verschieden von denen sind, die das Thier im normalen Zustande giebt, auch für Reflexbewegungen erklären muss. Umgekehrt kann Keiner, der die Reactionen auf Reizung der unter dem Schnitte gelegenen Körpertheile als Empfindlichkeitsäusserungen aufnimmt, umhin, den Fortbestand der Sensibilität in allen Theilen der dem Schnitte entgegengesetzten Seite vollkommen anzuerkennen.

Diess letztere Factum hat auch *Chauveau* gefunden. Er fand auf der dem Schnitte entgegengesetzten Seite Fortbestand der Sensibilität, entgegen den Versuchen *Brown Séquard's*. Dieser hat in seiner Antwort auf die Versuche *Chauveau's* zugeben müssen, dass manchmal eine geringe Spur von Empfindlichkeit in den Theilen auf der dem Schnitte gegenüber liegenden Seite verbleibe. Er verschanzt sich jedoch hinter das Resultat der Versuche, welche ihm Längsdurchschnitte durch das Rückenmark lieferten; wobei er immer Aufhebung der Empfindung in den entsprechenden beiderseitigen Körpertheilen gefunden hat. Allein abgesehen davon, dass eine positive Erscheinung bei vollkommenem Schnitte durch keine negative Erscheinung, die ein Anderer in dieser Beziehung erhalten hat, umgestossen wird, ist eine Längsdurchschneidung des Markes in der Ausdehnung mehrerer Zolle immerhin ein bedenklicher Versuch, nach dem ein Verschwinden der Sensibilität wohl auch andere Erklärungen zulässt, als gerade die Annahme einer Kreuzung.

So leicht es nach dem Vorhergegangenen war, zu erweisen, dass die Thatsachen den directen Schluss auf eine Kreuzung der sensibeln Eindrücke im Marke nicht zulassen, so schwer dürfte es sein, eine positive Erklärung der Erscheinungen, die auf Reizung der Theile eines operirten Thieres entstehen, zu geben. Ich glaube nicht, dass wir uns heutzutage ein Urtheil darüber anmaassen können, ob Schreie und Fluchtbewegungen eines Thieres im concreten Falle Reflexbewegungen oder Schmerzensäusserungen darstellen. Ich glaube in specie nicht, dass Herr *Chauveau* im Stande ist, ein sicheres Kriterium in diesen Fällen abzugeben, obgleich

Digitized by Google

er dasselbe gefunden zu haben glaubt. Die Möglichkeit, wie er es wirklich gethan hat, erwiesen zu haben, dass allgemeine Bewegungen, Fluchtversuche und Schreie eines Thieres Reflexbewegungen sein können, diese Möglichkeit ist in Deutschland längst anerkannt. *Chauveau* auf der einen Seite, der behauptet, es seien die Reactionen, welche nach Reizung auf der Seite des Querschnittes auftreten, Reflexbewegungen und die anscheinende Hyperästhesie sei eine Anästhesie, und *Brown Séquard* auf der andern Seite, der, indem er die Hyperästhesie auf der Seite des Schnittes als erwiesen annimmt, die Anästhesie auf der dem Schnitte gegenüberliegenden Seite statuirt und so mit seiner gekreuzten Leitung im Augenblick fertig ist — Beide gehen zu weit, und die Wahrheit, die bis jetzt constatirt ist, dürfte die sein, dass man eine gesteigerte Reaction nach Reizung auf der dem Schnitte gleichen und einen Fortbestand der gewöhnlichen Reaction nach Reizung der dem Schnitte entgegengesetzten Seite zu notiren und sich jedes Urtheils darüber, ob man das eine oder das andre eine Hyperästhesie oder eine Anästhesie oder Reflexerregbarkeit nennen müsse, so lange zu enthalten habe, bis sichere Kriterien zwischen Reflexbewegungen und Gefühlsreactionen das Dunkel, in dem uns die Experimente lassen, aufhellen.

Wer sich an die pathologischen Thatsachen wenden wollte, die allerdings, genau constatirt, wesentliche Aufklärungen geben würden, der wird bei genauem Nachforschen davon abstehen, hier sich Rathes zu erholen, wenn er sieht, dass dieselben pathologischen Ereignisse, dieselben Krankengeschichten dem einen Physiologen *Longet* (Siehe dessen Anatomie und Physiologie des Nervensystems) dazu dienen, seine Ansichten über den directen Verlauf der sensibeln Eindrücke im Marke zu beweisen, dem anderen, *Brown Séquard*, dazu, um seine Theorie von der gekreuzten Leitung dieser Eindrücke im Marke zu erhärten. —

Ehe ich nun die Ergebnisse der Versuche, welche den Einfluss des Markes auf die Vertheilung der thierischen Wärme zum Gegenstande hatten, einer genauern Prüfung unterziehe, wird es nicht überflüssig sein, die Resultate, zu welchen die früheren Forscher über diesen Gegenstand gelangten, kurz anzuführen.

Es war früher die allgemeine Ansicht, dass die Temperatur motorisch gelähmter Theile eine verminderte sei. Indess haben schon frühere Beobachter und Untersucher, *Chossat*, *Brodie*, *Dundas*, *Earle* etc. manchmal Erscheinungen an Kranken und an Thieren gefunden, wo paradoxerweise in motorisch gelähmten Gliedern statt Erniedrigung der Temperatur eine Erhöhung derselben gegenüber der nicht gelähmten Körperseite stattgefunden habe. Hierauf aufmerksam, und von eignen klinischen Erfahrungen veranlasst, hat *F. Nasse* (Versuche über die Functionen des Rückenmarkes in Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie von F. und G. Nasse S. 221—284) die verschiedenen Stränge und die eine Seitenhälfte des Markes in Bezug auf diesen Einfluss einer Prüfung unter-

Digitized by Google

zogen. Besonders war es ein Fall von *Dundas* (Edinburgh medical and chirurg. journal vol. 23 p. 205) der ihn hiezu aufforderte: »wo bei einem Manne, der an Erschütterung des Rückenmarkes daniederlag, auf der noch willkührlich beweglichen, aber der Empfindung beraubten rechten Seite die Wärme um ½° Reaum. niedriger war, als auf der andern bewegungslosen, aber mehr als gewöhnlich empfindlichen, deren Temperatur selbst etwas über dem Normalen war.« *Nasse* durchschnitt bei Katzen verschiedene Theile des Markes in der Gegend der letzten Brustwirbel und maass die Temperatur in den Schenkeln beider Seiten. Bei halbseitiger Durchschneidung in der Gegend des 10ten Brustwirbels fand er hier keine Temperaturunterschiede. Er selbst wagt keinen Schluss aus seinen Resultaten, die er zweideutig nennt, zu ziehen.

Brown Séquard (Experim. researches applied to Physiology and Pathology New-York 1853 S. 73 ff.) fand bei kompleter transversaler Trennung des Rückenmarkes in der Cervicalgegend bei Vögeln und Säugethieren ein Wachsthum von 2—3° Fahrenheit in der Temperatur der gelähmten Theile.

Bei halbseitiger Trennung des Markes in der Cervical- und Dorsalgegend fand er immer eine Erhöhung in der Temperatur des Hinterfusses auf der Seite des Schnittes von 1—4° Fahrenheit, im entgegengesetzten Fuss eine Verminderung von 1—5° Fahrht. Er selbst führt wie *Bernard* und Andere die Erhöhung und Verminderung der Temperatur auf Erweiterung und Verengerung der Gefässe zurück und statuirt demnach bereits den Verlauf vasomotorischer Fasern im Rückenmarke.

Schiff hat in seinen Untersuchungen zur Physiologie und Pathologie des Nervensystemes diesen Gegenstand einer sehr gründlichen Untersuchung unterworfen. Er fand im Wesentlichen nach halbseitigen Rückenmarkstrennungen regelmässige Temperaturerhöhungen im Unterschenkel und Fuss auf der gleichen Seite, und Verminderungen der Temperatur im Unterschenkel und Fuss auf der entgegengesetzten Seite.

In den übrigen Theilen der Extremitäten und in den Bedeckungen des Rumpfes fand er dagegen Erniedrigung auf der gleichen Seite und Erhöhung auf der andern Seite.

Diese Resultate glaubt er nun so deuten zu müssen, dass die vasomotorischen Fasern des Unterschenkels und des Fusses im Rückenmarke auf der gleichen Seite verbleiben, bis sie im verlängerten Marke endigen; die vasomotorischen Fasern des Oberschenkels und des Rumpfes dagegen kreuzten sich im Rückenmarke, ehe sie an dieselbe Stelle im verlängerten Marke gelangten. Somit fügte er den übrigen gekreuzten Wirkungen, mit denen das Rückenmark von den verschiedenen Forschern beladen wurde, eine neue hinzu.

Natürlich habe ich meine Experimente besonders im Hinblick auf diese letztere Frage angestellt. Um secundären Erscheinungen, Entzün-

dung und Fieber, welche die Resultate leicht hätten trüben können, auszuweichen, habe ich die Temperaturveränderungen besonders in den ersten 8—12 Stunden nach der Operation genauer geprüft.

Die Versuche ergaben nun, in einige kurze Sätze zusammengefasst, Folgendes: Halbseitige Durchtrennungen des Rückenmarkes bis zur Mittellinie, innerhalb der Grenzen vom ersten Lumbarwirbel bis zum verlängerten Marke vorgenommen, haben zum Erfolge:

1) Eine constante bedeutende absolute und relative Erhöhung der Temperatur in dem untersten Theile des Unterschenkels (resp. Vorderarmes) und im Fusse auf der Seite unterhalb des Schnittes.

2) Eine constante bedeutende absolute Erniedrigung der Temperatur in dem untern Theile des Unterschenkels und im Fusse auf der entgegengesetzten Seite in der Extremität unterhalb der Verletzung.

(Diese beiden Veränderungen beginnen in der ersten halben Stunde nach der Operation und setzen sich innerhalb einer bestimmten Zeit, mehrere Stunden hindurch stets wachsend fort, so dass im Maximum eine Temperaturdifferenz von 13,0° C. zwischen beiden Extremitäten resultirt.)

3) Ein Sinken der Körpertemperatur im Allgemeinen.

4) Eine constante absolute und relative Abnahme der Temperatur in Oberarm, Oberschenkel, Schultergegend und Sakralgegend und dem oberen Theile des Unterschenkels und Vorderarms (soweit derselbe stärkere Muskulatur besitzt) auf der Seite des Schnittes unterhalb desselben.

5) Eine absolute Verminderung, geringer als die sub 4 angeführte, der Temperatur in den gleichen Theilen auf der entgegengesetzten Seite des Körpers.

Aus den Veränderungen 4 und 5 resultirt eine Differenz auf beiden Körperseiten von 0,6—1,2° Celsius zum Nachtheile der dem Schnitte entsprechenden Seite.

6) Eine gleichmässige Verminderung der Temperatur in beiden Seiten des Thorax, soweit derselbe blos von Athemmuskulatur versehen ist.

Aus Nr. 1 und 2 schliesse ich mit *Schiff* übereinstimmend:

Die vasomotorischen Fasern, welche den unteren Theil des Unterschenkels und den Fuss versorgen, verlaufen im Rückenmarke auf der gleichen Seite aufwärts bis zum verlängerten Marke. Dass sie hier endigen, habe ich wie *Schiff* gleichfalls gefunden. S. Experim. 18.

Was nun die Kreuzung der vasomotorischen Fasern für Oberschenkel, oberen Theil des Unterschenkels etc. im Marke anlangt, so erlauben uns die Experimente diesen Schluss keineswegs, denn erstlich ist es nach den Versuchen nicht nöthig, eine gekreuzte Wirkung des Markes anzunehmen,

Digitized by Google

indem wir mit einer einfacheren Erklärung auskommen, und dann ist dieser Schluss nach meinen Experimenten nicht einmal zulässig.

Die folgenden Betrachtungen mögen das Gesagte beweisen.

Die Thatsachen ergeben eine Temperaturdifferenz in Oberarm, Oberschenkel, Schulterblatt und Sakralgegend, ferner im obern Theile des Unterschenkels auf beiden Körperseiten unterhalb des Schnittes, so zwar, dass diese Theile auf der dem Schnitte gleichen Seite um 0,6 bis 1,2° kälter sind, als dieselben auf der dem Schnitte entgegengesetzten. Wenn nun diese letzteren nach dem Experimente eine höhere Temperatur annehmen würden, als sie vor dem Versuche hatten, eine höhere Temperatur, die nicht eine Fiebererscheinung wäre, so könnte man allenfalls an eine Kreuzung von vasomotorischen Fasern im Marke, welche die Gefässe dieser Theile begleiteten, denken. Allein kein Versuch ergab eine derartige Erhöhung, sondern alle Durchschneidungen hatten auch hier eine relative Erniedrigung zur Folge. Vergl. Exp. 7, 8, 9.

Die Temperaturerniedrigung der Theile auf der dem Schnitte gleichen Seite musste ferner nothwendigerweise grösser ausfallen, als diejenige der entgegengesetzten Theile, denn die Glieder auf der gleichen Seite waren motorisch gelähmt. Wenn man nun erwägt, dass alle die Theile, in denen die Versuche auf der dem Schnitte gleichen Seite eine relative Temperaturerniedrigung erzeugten, Hautflächen waren, die grosse Muskelmassen zur Unterlage hatten, und dass diese Muskelmassen willkührlich gelähmt waren, so ist eine relative Erniedrigung der Temperatur, die nicht mehr als 0,6 bis 1,2 Grade beträgt, ganz allein durch diese Lähmung vollkommen ausreichend erklärt. Dazu kommt ferner, dass wir in einigen Experimenten, wo ich vergleichend die Hautoberfläche, die Hautwunden und die Muskeln selbst in Betreff ihrer Temperatur direct maass, die Differenz in der Muskeltemperatur auf beiden Seiten des Körpers g r ö s s e r gefunden haben, als die Temperatur beider Hautoberflächen. (Vgl. Exp. 9). Das Gegentheil müsste der Fall sein, sollte man berechtigt sein, von Kreuzung vasomotorischer Fasern hier zu sprechen. Ausserdem finden wir die Abnahme der Temperatur in den motorisch gelähmten Theilen genau auf den Umfang beschränkt, wo willkührliche Muskulatur unter der Haut liegt. Genau an der Grenze dieser Muskulatur, genau da, wo sie in Sehnen übergeht, wo ferner die Oberflächenwärme durch die Gefässlumina und ihre Füllung allein bedingt ist, also am Unterschenkel und Vorderarm da, wo ihre Muskulatur sich in die Sehnen fortsetzt, wandelt sich, den übereinstimmenden Versuchen an Kaninchen zufolge, die Temperaturverminderung auf der dem Schnitte gleichen Körperseite in eine E r h ö h u n g derselben um. Wie gezwungen wäre es, abgesehen von allem Uebrigen, anzunehmen, wie es nach der Theorie von *Schiff* geschehen müsste, dass der obere Theil des Unterschenkels von vasomotorischen Fasern versorgt wird, die sich im Rückenmarke kreuzen, der untere Theil des Unterschenkels dagegen von solchen, die im Rückenmarke gerade verlaufen!

Digitized by Google

Endlich verhält sich die Temperaturabnahme in solchen Theilen, wo entweder viel Fett unter der Haut liegt, wie bei den Meerschweinchen in der Achselgegend und Schenkelbeuge, oder wo die Respirationsmuskulatur sich befindet, also am Thorax, gleich, d. h. es ist keine Differenz zwischen beiden Seiten nach der Operation nachzuweisen.

In dem 6ten Experimente, wo wegen des Blutverlustes der Einfluss der Lähmung der vasomotorischen Nerven nicht zur Erscheinung kam, wo wir allein den Einfluss der verschiedenen Bewegung der Theile auf ihre Temperatur ungetrübt durch andere Verhältnisse fanden, war die Temperaturdifferenz in den besprochenen Theilen auf beiden Seiten eine noch grössere, als wir sie in den meisten übrigen Versuchen angetroffen hatten. Dieser Versuch widerspricht ganz entschieden der Annahme einer Kreuzung der vasomotorischen Fasern dieser Theile im Marke. Im Gegentheile führt er zur Vermuthung, dass, im Falle die kleinen Gefässe dieser Theile wirklich vom Rückenmarke aus beherrscht werden, die vasomotorischen Fasern auch dieser Theile gleich den übrigen auf der gleichen Seite des Markes zum verlängerten Marke emporsteigen dürften.

Wer die sämmtlichen Thatsachen, die vorliegen, unbefangen prüft, der kommt zu dem Schlusse:

Eine Kreuzung von vasomotorischen Fasern im Marke ist durch das Experiment nicht zu erweisen: im Gegentheile widersprechen einige Thatsachen dieser Vorstellung ganz entschieden. Die Abnahme der Temperatur in den Theilen auf der gleichen Seite des Schnittes findet in der Bewegungslähmung der willkührlichen Muskulatur ihre ausreichende Erklärung.

Was nun die Frage nach dem Orte anlangt, an dem die vasomotorischen Fasern ihren Verlauf im Rückenmarke nehmen, so sprechen einige Experimente dafür, dass dieselben sehr nahe der Mittellinie verlaufen möchten. Im letzten Experimente nämlich, wo der Schnitt nicht ganz bis zur Mittellinie reichte, fanden wir im Anfang eine Reizung der vasomotorischen Nerven der linken Seite. Dieselben waren also undurchschnitten. Im weitern Verlaufe wandelte sich diese Reizung, wahrscheinlich durch das Extravasat und den Druck, in eine Lähmung um. Fuss und Unterschenkel auf der gleichen Seite des Schnittes waren demnach in den ersten Stunden nach der Operation kälter als die der andern Seite, eine Erkältung, die sich allmählig in eine Erwärmung der rechten Seite gegenüber umwandelte.

Auf der andern Seite fand ich bei einigen Experimenten, wo der Schnitt etwas weniges über die Mittellinie hinaus auf die andere Seite ging, eine Erhöhung der Temperatur im Unterschenkel und Fuss auch auf der dem Schnitte gegenüberliegenden Seite.

Versuche, die ich anstellte, um über die Frage, ob die vasomotorischen Fasern hinten oder vorne im Marke verliefen, ins Reine zu kommen,

Digitized by Google

haben mir bis jetzt noch kein reines positives Resultat ergeben. So viel fand ich jedoch, bei Experimenten an Kaninchen, dass diese Fasern weder in den Vorder- noch in den Seitensträngen verlaufen, indem bei solchen Schnitten, wo diese beiden Stränge noch vollkommen erhalten waren, eine Erhöhung der Temperatur in den Füssen und im Unterschenkel unterhalb der Verletzung jedesmal constatirt werden konnte. Am wahrscheinlichsten wurde mir durch diese Versuche, die anzuführen zu weitläufig wäre, dass sie in der grauen Substanz verlaufen möchten.

Wirft man noch einmal einen Rückblick auf die Ergebnisse der voranstehenden Versuche, so erhält man folgendes Resumé:

1) Die willkührliche Bewegung wird bei Amphibien, Vögeln und Säugethieren im Marke direct geleitet.

2) Die Versuche erlauben nicht, eine gekreuzte Leitung der Empfindung bei Säugethieren, Vögeln und Amphibien anzunehmen. Die Versuche stellen jedoch ebensowenig die Unmöglichkeit heraus, dass die Leitung der Empfindung in gekreuzter Weise vor sich gehe. Eine absolute Entscheidung dieser Frage ist durch Versuche an Thieren heute noch nicht möglich. Durch den äussern Anschein ist man allerdings stark versucht, an Kreuzung zu denken.

3) Bei Fröschen und Vögeln war durch die Versuche der Verlauf von vasomotorischen Fasern im Rückenmarke nicht zu constatiren. Bei Säugethieren verlaufen die vasomotorischen Fasern derjenigen Theile, auf deren Temperatur eine unmittelbare Einwirkung des Rückenmarkes auf unzweifelhafte Weise sich herausstellte, im Rückenmarke auf der gleichen Seite zum verlängerten Marke, um dort zu endigen. Dieser Verlauf geschieht höchst wahrscheinlich in der grauen Substanz nahe der Mittellinie.

Digitized by Google

Ueber Ei- und Samenbildung und Befruchtung bei den Nematoden.

Von

Hermann Munk in Berlin.

Mit Tafel XIV u. XV.

Unter nahezu gleichem Titel ist in dieser Zeitschrift (Bd. IX Heft I. S. 106) nicht längst eine Abhandlung von *Ed. Claparède* erschienen, die an ihrer Spitze die Bezeichnung: »vorläufige Mittheilung« trägt. Es macht dies nöthig, dass ich einige Worte vorausschicke. Die Entwicklung der Samenkörperchen und der Eier und die Befruchtung der letzteren bei den Nematoden war von der medizinischen Fakultät der hiesigen Universität als Preisaufgabe für das Jahr 1857 gestellt worden. Die eben citirte Abhandlung des Herrn *Claparède* ist die eine der beiden, eine jede mit dem vollen Preise gekrönten Bewerbungsschriften, wenngleich nur, wie ich annehmen zu dürfen glaube, im Auszuge. In ihrem Urtheile hatte die Fakultät als ein gewichtiges Moment die Uebereinstimmung beider Beobachter in den Hauptresultaten (Mangel der Dotterhaut an den noch nicht ausgebildeten Eiern, Nichtvorhandensein einer Mikropyle, Nichtbeobachtung des Eindringens der Zoospermien in das Ei) gegenüber der so grossen Meinungsverschiedenheit der früheren Forscher hervorgehoben. Herr *Claparède*, der manchmal selbst nicht eben wesentliche Notizen seiner Freunde mit aufgeführt hat, erwähnt unserer Uebereinstimmung, die doch unbedingt eine Bürgschaft mehr für die Sicherheit der Resultate sein musste, mit keinem Worte. Sehen wir jedoch von jenen Hauptresultaten ab, so weiche ich in Betreff der Entwicklung der Samenkörperchen und der Eier in so wichtigen Punkten von *Claparède* ab, dass ich eine Veröffentlichung dieser Abweichungen für nöthig halten muss. Meine gleichzeitig mit *Claparède* angestellten Untersuchungen schon haben mich in den Stand gesetzt, nicht unbedeutende Lücken, die *Claparède* gelassen hat, ausfüllen und wesentliche Irrthümer, in die er verfallen ist, berichtigen zu können. Ueberdies hoffe ich auch, trotz der zahlreichen vorangegangenen Behandlungen dieses Themas doch durch so manches interessante neue Moment den Leser zu entschädigen. — Durch anderweitige Beschäftigung war ich verhindert, meine Beobachtungen früher zu veröffentlichen.

Digitized by Google

I. Entwicklung der Eier.

Claparède[1]) bringt die Nematoden bezüglich der Eibildung in zwei Abtheilungen: die Eier der ersten sind im Dotterstock um eine centrale Rhachis angeordnet, die der zweiten entbehren der Rhachis gänzlich. Wir werden später diese Eintheilung als unbegründet verwerfen müssen; wollen wir sie aber vorerst noch beibehalten, so sind unter den von mir untersuchten Nematoden die Ascarides mystax, marginata und megalocephala in die erste Abtheilung zu stellen. Wie hieraus hervorgeht, finde ich bei diesen, eben so wie *Bischoff* und *Claparède* bei Asc. mystax und Asc. suilla, eine wirkliche Rhachis, der nur scheinbaren Rhachis *Meissner's* gegenüber. Bei allen drei Nematoden ist es mir gelungen, die Rhachis zu präpariren, bei den Ascd. mystax und marginata allerdings nur auf kurze Strecken, weil die Rhachis selbst an der Stelle ihrer grössten Ausbildung hier nur dünn ist und deshalb bei der Präparation sehr leicht reisst, bei der Asc. megalocephala hingegen sogar auf grössere Strecken. Bei dieser letzteren ist die Rhachis in ihrem mittleren Theile verhältnissmässig ungemein stark, so dass es mich wahrhaft Wunder nimmt, wie sie *Meissner* hier hat entgehen können. Die beigefügten Figuren 3 *C* und 6 sind treu nach Präparaten ausgeführte Zeichnungen der Rhachis.

Durch die Sicherstellung der Existenz der Rhachis an und für sich lassen sich schon einige der hauptsächlich streitigen Punkte zur Entscheidung bringen, allein die Entwicklung der Eier wird immer noch unklar bleiben, so lange nicht auch das Wesen, die Bedeutung der Rhachis feststeht. *Leuckart*[2]), *Meissner*[3]) und *Thomson*[4]) wissen gar Nichts mit ihr anzufangen, *Claparède* schreibt ihr eine Funktion zu, die sie gar nicht besitzt. Die Ansicht, welche *Bischoff*[5]) von der Rhachis hat, ist die allein richtige, doch hat er sie nicht genügend durch Beobachtungen gestützt. Da sie überdies von späteren Beobachtern nicht beachtet worden ist, halte ich es für nöthig, nochmals auf den Gegenstand einzugehen, um so mehr als wir so bei der Darlegung anderer Thatsachen, die wir mitzutheilen haben, kürzer und deutlicher uns werden fassen können.

Im ersten Stücke des Eierstocks, unmittelbar von seinem blinden Ende an, soweit seine Wand von der structurlosen Membran allein gebildet wird, finden wir gekernte Zellen, die späteren Keimbläschen, in

1) Diese Zeitschrift Bd. IX. S. 109.
2) *R. Wagner's* Handwört. d. Phys. Bd. IV. Art.: Zeugung. S. 812. Anm.
3) Beobachtungen über das Eindringen der Samenelemente in den Dotter. No. 1. — Diese Zeitschr. Bd. VI. S. 235.
4) Ueber die Samenkörperchen der Asc. mystax. — Diese Zeitschr. Bd. VIII. S. 435.
5) Ueber Ei- und Samenbildung und Befruchtung bei Asc. mystax. — Diese Zeitschr. Bd. VI. S. 382.

Digitized by Google

Zwischenräumen gelagert, welche von einer homogenen, gallertartigen Bindemasse erfüllt sind. Gleich Anfangs findet eine Zellenvermehrung statt; dies ist nicht, wie *Claparède* will, nur wahrscheinlich, sondern ganz gewiss. Der Grössen-Unterschied der dem blinden Ende zunächst gelegenen Mutterzellen und der etwas weiter herunter in der Geschlechtsröhre folgenden Tochterzellen ist auffallend genug. Ueberdies kann man die in der Vermehrung begriffenen Zellen selbst unmittelbar beobachten; nur lassen die geringe Grösse der Objekte, die Schwierigkeit der Untersuchung dieses Theils im unversehrten Zustande, endlich gerade hier auftretende Körnchen keine sichere Entscheidung zu, auf welche Weise die Vermehrung vor sich geht. *Claparède* hat das blinde Ende nicht selten bedeutend verdickt gefunden, so fast beständig bei Cucullanus elegans, bei einer unbestimmten Ascaris aus dem Dünndarm von Triton taeniatus, mitunter auch bei Asc. mystax. Mir ist eine solche Verdickung ausser bei der Asc. mystax fast regelmässig auch bei Oxyuris nigrovenosa, Ox. spirotheca *Györy* (aus dem Darmkanal von Hydrophilus piceus), Strongylus auricularis, endlich, wenngleich seltener, bei Asc. acuminata[1]) vorgekommen; und was gewiss interessant ist, diese Verdickung stand immer in einer gewissen Beziehung zum Inhalte der betreffenden Stelle der Geschlechtsröhre, indem gerade hier die in der Vermehrung begriffenen Zellen sich vorfanden. Es lässt sich somit die Verdickung, wo sie vorkommt, als ein Anhaltspunkt für die Beobachtung des Theilungsprozesses benutzen.

Die Vermuthung *Thomson's*, dass die Erscheinung des abgesetzten blinden Endes bei der Asc. mystax von einer Einwirkung des Wassers herrühre, kann ich zur Gewissheit erheben, nachdem es mir nach vielen misslungenen Versuchen doch einmal geglückt ist, seine Entstehung auf das Schärfste zu beobachten. Im unversehrten Zustande liegen dem blinden Ende die Zellen unmittelbar an. Grössere Körnchen finden sich erst weiterhin im Inhalte der Röhre. Der Irrthum, den *Nelson*[2]) begangen hat, indem er diese Körnchen für die zuerst entstehenden und durch Aufquellen in die gekernten Keimbläschen sich umwandelnden Partikel hielt, liegt allerdings nahe, wenn man, wie *Nelson*, das blinde Ende immer erst zu einer Zeit untersucht, wo die Zusatzflüssigkeit bereits lange darauf eingewirkt hat. Die Bedeutung dieser Körnchen habe ich nicht enträthseln können: sie finden sich nur auf einem ganz beschränkten Raume, sodann ist die Zwischensubstanz der Zellen wieder ganz homogen oder feinkörnig; dass sie somit nicht mit den Dotterkörnchen zusammenzustellen sind, folgt hieraus von selbst.

1) Für die männlichen Geschlechtsorgane der beiden letzten Thiere ist diese Verdickung, auch in ihrer Beziehung zum Inhalte, schon von *Reichert* (*Müller's* Archiv 1847) angemerkt und auch Taf. VI Fig. 1 gezeichnet.

2) On the reproduction of the Asc. mystax. — Philos. Transact. 1852. p. 572.

Digitized by Google

Sehr belehrend ist es, den Inhalt des Eierstocks gegen das Ende seines ersten Stücks zu betrachten, nachdem man ihn aus der Röhre herausgeschafft hat. In der Fig. 1. gebe ich eine Abbildung einer solchen Inhaltsportion von der Asc. mystax. Die gallertige, nunmehr feinkörnige Grundsubstanz (a) bildet ein Continuum, gekernte Zellen (b) sind allerorts in Zwischenräumen in sie eingebettet. Von einer Flüssigkeit zwischen den Zellen des Eierkeimstocks, wie sie *Nelson* und *Thomson* statuiren, kann hiernach nicht mehr die Rede sein.

Die zweite Portion des Eierstocks, der Dotterstock, hat bei Asc. mystax, wie auch alle Beobachter ausser *Meissner* erwähnen, eine von derjenigen des ersten Stücks verschiedene Struktur. *Claparède* spricht von körnigen Längsfalten des Dotterstocks, *Bischoff* lässt die Wand hier von platten, feinkörnigen, unmittelbar der Länge nach an einander gefügten Fasern selbst gebildet werden. Ich muss dem ersten Beobachter, *Nelson*, beistimmen: die Wand wird auch hier von der strukturlosen Membran gebildet, deren Innenseite die körnigen Fasern aufsitzen. Durch Präparation, oft auch schon durch Verschieben des Deckgläschens gelingt es, die Fasern von der Grundmembran loszulösen. *Bischoff's*[1]) Angabe, dass durch Maceration die Röhre in eine Masse solcher Fasern sich auflöst, ist selbstverständlich kein Gegenbeweis, da durch die Maceration die Grundmembran zerstört wird. — Asc. marginata und Asc. megalocephala verhalten sich hierin ganz wie Asc. mystax. Bei den kleineren Nematoden[2]) findet sich die in Rede stehende Bildung des Dotterstocks nicht; auch die Wand des Dotterstocks besteht bei ihnen nur aus der structurlosen Membran. Dagegen ist die Membran des letzten Stücks des Dotterstocks von Oxyuris nigrovenosa meist mit grossen, gekernten Epithelialzellen belegt.

Im Folgenden fassen wir zunächst die grösseren Nematoden in's Auge. — Im Dotterstocke treten, wie bekannt, dunkle Körnchen, die Dotterkörnchen, in immer wachsender Zahl in der Zwischensubstanz der Zellen auf. Gleichzeitig isolirt sich auch diese Zwischensubstanz, welche bisher eine zusammenhängende Masse gebildet hatte, um die einzelnen Zellen herum. Diese Isolation beginnt an der Peripherie der Röhre und schreitet allmählich weiter gegen das Centrum vor. Die Fig. 2 A stellt eine von ihrer Wandung befreite Inhaltsportion des Dotterstocks, kurz nach dessen Beginne, dar; die Fig. 2 B., ein nicht leicht zu erlangendes Präparat, zeigt dieselbe Inhaltsportion im Querschnitt. An der Peripherie bemerkt man den Beginn der Differenzirung der körnigen Zwischensubstanz um die einzelnen hellen Kreise, die gekernten Keimbläschen (a),

1) a. a. O. S. 381.

2) Unter: „kleineren Nematoden" fasse ich in Zukunft immer Asc. acuminata, Oxyuris nigrovenosa, Ox. spirotheca und Strongylus auricularis zusammen gegenüber den „grösseren Nematoden": Asc. mystax, Asc. marginata, Asc. megalocephala.

Digitized by Google

deren Kontouren durch die Körnchen verdeckt sind; nach der Mitte zu befindet sich die körnige Zwischensubstanz noch im engsten Zusammenhange. Ein späteres Stadium der Ei-Entwicklung, ohngefähr aus dem Anfang der zweiten Hälfte des Dotterstocks, verdeutlicht Fig. 3; bei A. befindet sich die Inhaltsportion in der natürlichen Lage, bei B. ist ihr Querschnitt sichtbar. Die Isolirung der körnigen Masse um die Keimbläschen ist nahezu vollendet, nur im Centrum befindet sich zur Umhüllung derselben noch nicht verwandte Masse, durch welche die einzelnen Eichen (denn diese sind durch den ganzen Vorgang entstanden) unter einander zusammenhängen. Endlich beweist Fig. 3 C, dass das, was aus dem Vorhergehenden schon unmittelbar sich ableiten lässt, auch in der That der Fall ist, dass nämlich die centrale, noch nicht verwandte Masse ein Continuum im Verlaufe des Dotterstocks bildet, d. h. dass eine wirkliche Rhachis vorhanden ist. Indem die Isolation immer weiter vorrückt, wird auch diese centrale Dottermasse verwandt und lagert sich um die einzelnen Keimbläschen herum; die Rhachis ist dann verschwunden, und die Eier sind frei.

Woher die Dotterkörnchen stammen, ist eine Frage, die Anfangs unwesentlich erscheinen konnte, deren Entscheidung jetzt aber von Bedeutung geworden ist. Die Annahme *Nelson's*[1]) und *Bischoff's*[2]), dass die Dotterkörnchen von den die Membran des Dotterstocks bekleidenden Fasern abgestossen und in die gallertartige Masse eingebettet werden, lässt sich nicht halten. Doch scheinen mir die Gründe, welche *Claparède* dagegen aufführt, keineswegs stichhaltig zu sein. Denn dass freie Dotterkörnchen zwischen der Wand der Geschlechtsröhre und der Eiersäule niemals vorkommen können, selbst wenn jene Bildungsweise derselben richtig wäre, ist selbstverständlich, da ein freier Raum zwischen der Wand und dem Inhalt des unversehrten Eierstocks im vollkommen entwickelten Thiere durchaus nicht existirt. Ausserdem, sagt *Claparède*, habe er nie beobachten können, dass die Körnchen zuerst in die äussere körnchenlose Schicht eindringen, was der Fall sein müsste, wenn sie von aussen abgelagert würden. Hat hierbei *Claparède* die allererste Zeit der Dotterablagerung im Auge gehabt, so muss ich bemerken, dass ich die Dotterkörnchen überall in der ganzen Gallertmasse gleichmässig und nicht etwa in grösserer Zahl gerade um die Keimbläschen herum habe auftreten sehen; meint er jedoch die reiferen Eier, so kann ich die »körnerlose Dotterschicht« ebensowenig zugeben: der helle Saum der meisten Eier der Asc. mystax, jene so oft besprochene Eigenthümlichkeit derselben, ist feiner als ein Dotterkörnchen und kann somit gewiss nicht als »körnerlose Dotterschicht« in dem hier erforderlichen Sinne angesprochen werden. Entscheidender scheint mir Folgendes zu sein. Die

1) a. a. O. S. 573. 74.
2) Widerlegung des von . . . behaupteten Eindringens der Spermatozoiden in das Ei. Giessen 1854. — S. 25. 6

Digitized by Google

Dotterkörnchen der Asc. megalocephala zeichnen sich vor denjenigen der anderen genannten Nematoden dadurch aus, dass sie nur zum kleineren Theile rund, meist aber länglich und von der verschiedensten Gestalt sind; die Körnchen der Längsfasern aber erscheinen sämmtlich rund, so dass eine Identität beider unmöglich angenommen werden kann. Ueberdies trifft man bei der Asc. mystax sowohl wie bei den anderen grösseren Nematoden die Dotterkörnchen bald in grösserer, bald in geringerer Zahl in der gallertartigen Bindemasse an, noch ehe an der Wandung der Geschlechtsröhre die körnigen Längsfasern aufgetreten sind. Endlich kommt noch hinzu, dass bei den kleineren Nematoden, bei welchen, wie schon erwähnt, körnige Fasern gar nicht existiren, die Dotterkörnchen-Bildung ganz ebenso vor sich geht wie bei den grösseren. Alles dieses spricht gerade dafür, dass wir die Dotterkörnchen als eine sekundäre Bildung, entstanden im primären Dotter, der gallertigen Bindemasse, anzusehen haben.

Claparède sagt a. a. O. S. 112: »dass im oberen Theile der Geschlechtsröhre die Körnchen überall um die Keimbläschen herum gebildet werden, ist nicht zu bezweifeln, aber sobald die Rhachis auftritt, glauben wir dieselbe für die Bildungsstätte der Dotterkörnchen in Anspruch nehmen zu müssen;« und wiederum später: ». . . . wir glauben, dass jedes neue Dotterkörnchen, welches in einem Ei erscheint, aus der Rhachis herübergekommen ist.« Wir sehen, die Ansicht, welche *Claparède* von der Rhachis ausspricht, weicht gar sehr von derjenigen ab, welche wir uns oben nach unseren Beobachtungen gebildet haben. Es ist a priori nicht einzusehen, warum der Modus der Dotterkörnchen-Bildung nach dem Auftreten der Rhachis ein anderer sein sollte als vorher, da sich durchaus Nichts beobachten lässt, was die ursprüngliche Bildungsweise derselben später unmöglich erscheinen liesse. Der einzige Grund, den ich bei *Claparède* zu Gunsten seiner Behauptung angeführt finde, ist, dass die Rhachis dicht mit Dotterkörnchen erfüllt ist, viel dichter sogar als die Eier selbst. Es beruht diese Angabe auf der allerdings sehr richtigen Beobachtung, dass die Rhachis dunkler erscheint. Schon *Meissner* hat dies bemerkt (denn seine Keimzelle ist ja ein Stück der Rhachis), und ist wohl aus demselben Grunde zur Annahme gekommen, dass seine Keimzelle die Körnchen producire. Allein *Meissner* und *Claparède* haben die richtige Beobachtung falsch gedeutet. Während näher der Peripherie der Röhre die Bindesubstanz überall von den hellen Keimbläschen unterbrochen ist, bildet sie im Centrum eine kompakte Masse; treten nun hier und dort in gleicher Dichtigkeit die Dotterkörnchen auf, so wird doch selbstverständlich die Mitte dunkler erscheinen müssen als die Peripherie und deshalb leicht zur Täuschung Anlass werden, als ob die Dichtigkeit und relative Menge der Dotterkörnchen in der Rhachis grösser wäre als in den Eiern. Sodann lassen *Meissner*[1]) und *Claparède* die Dot-

1) a. a O. S. 218. 9.

Digitized by Google

terkörnchen, der erstere aus seiner Keimzelle, der letztere aus seiner Rhachis in die Eier hinüberwandern. Eine solche Wanderung wäre nach *Meissner's* Anschauungsweise der Eibildung vielleicht möglich, da die Dotterkörnchen in einer von Membranen eingeschlossenen Flüssigkeit sich befinden sollen. Anders bei *Claparède*, der die Bindesubstanz der Zellen und die Umhüllungsmasse der Keimbläschen ausdrücklich für eine »zähe Substanz« ausgiebt; eine Wanderung von Körnchen in einer Substanz von solcher Konsistenz, dass sie bei Abwesenheit jeder Membran, wie es *Claparède* selbst zugiebt, kompakte Massen bildet, lässt sich schon schwerer begreifen. Schliesslich muss ich noch einmal die kleineren Nematoden anführen: die Dotterkörnchen-Bildung geht bei ihnen, obwohl sie vollkommen der Rhachis ermangeln (s. u.), ganz ebenso von Statten wie bei den mit einer Rhachis ausgestatteten Nematoden.

Hier glaube ich diese Erörterung abbrechen zu können, die mich nicht so lange aufgehalten haben würde, wenn es sich nicht gleichzeitig auch um die Bedeutung der Rhachis gehandelt hätte. Wir haben gesehen, dass es nicht nur nicht nothwendig, sondern sogar unrichtig ist, die Rhachis als ein Organ der Dotterkörnchen-Bildung anzusehen; die wahre Bedeutung der Rhachis haben wir oben bereits genügend durch Beobachtungen gestützt und so erst über die Entwicklung der Eier, in Betreff welcher uns *Claparède* an manchen Punkten im Dunkeln lässt, Klarheit verschafft. Andererseits sind wir dazu gelangt, die gallertige Substanz einzig und allein für die Bildungsstätte der Dotterkörnchen ansprechen zu müssen.

Dotterkörnchen-Bildung und Isolation der körnigen Bindemasse um die Keimbläschen herum sind die Vorgänge, welche uns auch im Dotterstocke der kleineren Nematoden aufstossen; sie erfolgen hier im Wesentlichen ebenso, wie wir sie bereits von den grösseren Nematoden her kennen. Da hier jedoch auf dem Querschnitte des Anfangsstücks des Dotterstocks nur wenige, drei oder zwei Keimbläschen sich befinden, so ist die Isolation der Eier schon früher, gewöhnlich noch vor der Mitte des Dotterstocks, vollendet, und aus demselben Grunde kommt es nicht zur Ausbildung einer eigentlichen Rhachis. Ich sage: eigentliche Rhachis; denn gelingt es uns hier, den Inhalt der Stelle des Dotterstocks, an welcher die Isolation vor sich geht, unversehrt aus der Röhre herauszuschaffen, so finden wir bei sorgfältiger Untersuchung, dass die nahezu völlig isolirten Eier noch durch kurze, dünne, von der körnigen Substanz gebildete Stränge unter einander zusammenhängen. Gewöhnlich befindet sich zwischen je zwei Eiern ein solcher Verbindungsstrang, von dem aus gleichsam als ein Ast ein neuer Strang zu einem dritten Ei u. s. f. geht. Es kann keinem Zweifel unterliegen, dass wir in diesen Verbindungssträngen das Analogon der Rhachis zu erblicken haben; auch sie sind die Ueberbleibsel des früheren vollkommenen Zusammenhangs der Bindemasse.

Hierdurch wird schon der Abstand bedeutend verringert, den *Claparède* hinsichts der Eibildung zwischen zwei Abtheilungen unter den Nematoden statuirt hat. Ich bin aber so glücklich gewesen, eine Beobachtung zu machen, die uns noch weiter gehen lässt. — Am 14. März v. J. traf ich im Darmkanal einer Katze drei Askariden an, von denen die beiden ersten, Männchen, uns später noch beschäftigen werden. Die dritte Ascaris, ein Weibchen, war nur 1⅛ Zoll lang und, wie sich sogleich ergeben wird, offenbar noch nicht ausgebildet. Ihre Geschlechtsorgane waren kürzer und schmäler, als man sie gewöhnlich bei ausgewachsenen Thieren findet, die Struktur der einzelnen Theile der Schläuche bot jedoch durchaus keine Anomalieen dar. Ovidukt, Sphinkter, Uterus und Vagina waren gänzlich leer; weder Eier noch Samenkörperchen noch sonst welche morphologische Gebilde waren in ihnen sichtbar. Im Eierkeimstocke und im Anfange des Dotterstocks verhielt sich der Inhalt ganz normal, nur waren die gekernten Zellen weniger zahlreich und auch etwas kleiner als gewöhnlich. Die Isolation der körnig gewordenen Bindemasse erfolgte hier im grössten Theile des Umfangs sehr schnell, allein zur Ausbildung einer wahren Rhachis kam es nicht. Auf dem Querschnitte der Röhre befanden sich zunächst immer zwei Eier und, als man den Inhalt hier auf eine grössere Strecke hin unversehrt austreten liess, ergab es sich, dass die Eier hier noch nicht ganz frei waren, dass vielmehr von einem Punkte der Peripherie eines jeden Eies ein feiner Faden ausging, der es zunächst mit seinem Nachbar und mittelbar dann mit allen anderen Eiern in Verbindung brachte. Der Faden wurde von der körnigen Bindemasse gebildet, war aber so dünn, dass nur ein Körnchen hinter dem anderen in ihm lag. Bald war jedoch auch dieser Faden nicht mehr vorhanden, und schon in geringer Entfernung vom Beginne des Dotterstocks waren die Eier vollkommen frei. Die Gestalt der Eier war fast regelmässig rund oder mehr oval; von einer Abplattung der Eier und dadurch bewirkter Dreiecksform derselben konnte hier nicht die Rede sein, da die Eier nicht dicht gedrängt in der Röhre lagen. Später lagerten sich die grösser gewordenen Eier so, dass immer eins dem anderen folgte. Die letzte, c. 4^{mm} lange Portion des Eierstocks (dieser war 32^{mm} lang) war vollkommen leer und auch schmaler als der vorhergehende, noch Eier enthaltende Theil.

Obwohl wir durchaus nicht berechtigt sind, aus dieser Beobachtung irgendwie auf die normale Entwicklungsweise der Eier zu schliessen, da die Ascaris sicher noch nicht reif war, so ist sie doch deshalb für uns von Interesse, weil sie zeigt, dass in dem Falle, wo die Breite des Eierstocks noch nicht genügend gross ist, um einer grösseren Anzahl von Eiern auf dem Querschnitte Raum zu bieten, auch bei der Ascaris mystax die Isolation der Eier so erfolgt, wie regelmässig bei den kleineren Nematoden. — Nach allem dem Vorausgeschickten muss *Claparède's* Ein-

Digitized by Google

theilung der Nematoden bezüglich der Eibildung in zwei Klassen als jedes tieferen Grundes entbehrend erscheinen.

Die Eier sind also, nachdem die ganze Bindemasse (somit auch die Rhachis, wo sie vorhanden war), zur Umhüllung der Keimbläschen verwandt worden ist, frei geworden. Unsere Beobachtungen haben uns bisher nicht Veranlassung gegeben, einer Hüllmembran der Eier, einer Dotterhaut, Erwähnung zu thun. Halten wir uns zunächst nur an die grösseren Nematoden, so haben die vorausgeschickten Beobachtungen die Ansicht *Meissner's* von der Präformirung der vollkommenen Zellen, die später zu den Eiern selbst werden, so wie die von ihm beschriebene eigenthümliche Vermehrungsweise derselben genügend widerlegt. Haben nun die Eier nicht von Anfang an eine Dotterhaut, so wäre es doch möglich, dass um sie herum während ihrer Isolation schon eine Membran sich ausgebildet hätte, somit die frei gewordenen Eier am Ende des Dotterstocks eine vollkommene Dotterhaut besässen. Die Frage ist jetzt natürlich von Wichtigkeit, wo die Eier ihrer Befruchtung entgegengehen. *Nelson*, *Bischoff* und *Thompson* erklären sich gegen das Vorhandensein einer Membran an den letzten Eiern des Dotterstocks der Asc. mystax, den letzten Eiern des Ovidukts sprechen sie die Membran zu; ihnen muss ich nach meinen Beobachtungen unbedingt beipflichten. Neuerdings ist die Frage in ein anderes, nicht minder wichtiges Stadium getreten. *Thompson* und *Claparède* sprechen es ganz bestimmt aus, dass die Dotterhaut aus einer Verdichtung der Begrenzungszone der Grundsubstanz des Dotters hervorgeht. Sie führen jedoch hierfür keine Beobachtungen an, — eine Lücke, die wir sogleich werden ausfüllen können. *Claparède* muss es unbestimmt lassen, wo die Verdichtung beginnt, demgemäss sind seiner Ansicht nach *Bischoff* und *Meissner* gewissermaassen gleich im Rechte. Hiermit kommen wir aber keinen Schritt weiter: denn hat die Verdichtung der peripherischen Bindesubstanz-Schicht an den Eiern, welche in den Ovidukt treten, noch nicht begonnen oder ist sie noch nicht weit vorgeschritten, so werden die Samenkörperchen (nach *Nelson*) oder vielleicht auch nur Partikel von ihnen an beliebiger Stelle in die Eier eindringen können; ist jene Verdichtung aber bereits bedeutend, so wird eine Mikropyle wahrscheinlich hierzu nothwendig sein. Die folgenden Beobachtungen scheinen mir die Frage zur Entscheidung bringen zu können. Wir wenden allmählich sich verstärkenden Druck auf einige der letzten Eier des Dotterstocks der Asc. mystax an. Bei schwachem Drucke treten in jedem Eie Sarkodetropfen auf, die sodann nach aussen in die Zusatzflüssigkeit treten; bei stärkerem Drucke reisst das Ei entweder gar nicht oder an mehreren Stellen zugleich, die Dotterkörnchen werden zerquetscht, laufen zusammen, und es bleibt schliesslich eine nahezu homogene, unregelmässige Masse zurück. Verfahren wir ebenso mit Eiern aus dem zweiten Drittheile des Ovidukts, so treten bei schwachem Drucke ebenfalls in jedem Eie Sarkodetropfen auf, die sich wiederum von der Stelle aus, wo sie zuerst sichtbar wurden,

Digitized by Google

nach der Peripherie des Eies hin bewegen, allein sie bleiben stets an der Innenseite desselben liegen und treten nicht in die Zusatzflüssigkeit aus; bei starkem Drucke platzt auch hier das Ei an mehreren Stellen, und die Masse lässt sich (ähnlich wie vorhin) zerquetschen. Anders aber verhält es sich mit Eiern aus dem letzten Drittheil des Ovidukts: bei schwachem Drucke werden Sarkodetropfen in geringer Zahl sichtbar, die an der Innenseite der Peripherie eines jeden Eies liegen bleiben, allein bei stärkerem Drucke platzt das Ei nur an einer Stelle, und Sarkodetropfen und Inhalt stürzen durch diese Oeffnung heraus; unverkennbar bleibt hier eine Membran zurück. Die Deutung dieser drei Beobachtungen scheint mir unzweifelhaft folgende zu sein. Die Dotterhaut entsteht durch Verdichtung der an der Peripherie des Eies befindlichen Bindesubstanz-Schicht, ist jedoch erst an den Eiern aus dem letzten Drittheile des Ovidukts vollkommen ausgebildet. An den letzten Eiern des Dotterstocks und den Eiern im Anfangsstücke des Ovidukts sind noch durchaus keine Spuren einer Membran wahrzunehmen; die Verdichtung der äussersten Schicht ist noch nicht so weit vorgeschritten, dass ein Aus- oder Eintritt von Partikeln in das Ei nicht möglich wäre. Letzteres ist aber schon ganz unmöglich bei den Eiern aus dem zweiten Drittheile des Ovidukts, deren Peripherie schon bedeutend verdichtet ist. Wir können somit auch *Meissner's* Behauptung, dass die in den Ovidukt eintretenden Eier eine Dotterhaut besitzen, geradezu für unrichtig erklären.

Die vorstehenden Beobachtungen lassen sich auf gleiche Weise auch bei den kleineren Nematoden machen und widerlegen, wenn dies nach dem oben S. 371 Erwähnten überhaupt noch nöthig ist, auf das Schärfste die Ansicht von der Präformirung vollkommener Zellen als späterer Eier, welche *Reichert*[1]) bei Ascaris acuminata und Strongylus auricularis aufgestellt hat.

Bei den kleineren Nematoden werden wir auch am Leichtesten auf eine andere sehr wichtige Veränderung aufmerksam, die mit den Eiern vor sich geht und merkwürdiger Weise bisher von allen Beobachtern ausser *Thompson* gänzlich übersehen worden ist. »Nach dem, was ich beobachtete«; sagt *Thompson*,[2]) kam es mir vor, als ob die Eier (der Asc. mystax) bei ihrem Uebergange aus dem dotterbildenden Theile des Eierstocks in den ganz anders gebildeten Eileiter in ihrer Konsistenz eine wesentliche Veränderung erlitten.« *Nelson*[3]) hatte die Zwischensubstanz der Keimbläschen, die Bindesubstanz der Dotterkörnchen, anfangs vollkommen flüssig sein und erst später in dem Dotterstock gallertartig werden lassen, — eine Ansicht, die durch das Obige bereits widerlegt ist. Gerade das Entgegengesetzte hat Statt. Ich kann es als für alle Nematoden, soweit ich

1) Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Samenkörp. bei den Nematoden. — Müllers Archiv 1847. S. 88 u. fgd.

2) a. a. O. S. 436.

3) a. a. O. S. 572. 3.

sie untersuchte, gemeingültig hinstellen, dass die Bindesubstanz der Dotterkörnchen anfangs ganz zähe und gallertartig ist, allmählich aber immer mehr an Konsistenz abnimmt und nahezu dünnflüssig wird. Presse man bereits isolirte Eier ohngefähr aus der Mitte des Dotterstocks z. B. der Asc. acuminata, so findet man die Bindemasse noch so zähe, dass die Dotterkörnchen eher vollkommen zerquetscht als frei werden; grosse Sarkodetropfen treten zahlreich auf, und es bleibt eine nahezu homogene Masse übrig. Verfährt man ebenso mit den letzten Eiern des Dotterstocks, so fliessen schon bei noch ziemlich schwachem Drucke die Dotterkörnchen nach allen Richtungen hin aus einander: ein Platzen einer Membran wird aber auch hier noch nicht wahrgenommen. Die Erscheinungen, welche man bei gleicher Einwirkung auf die Eier der grösseren Nematoden wahrnimmt, sind bereits oben ausführlich erörtert. Ich habe hier nur noch hinzuzufügen, dass der aus der Dotterhaut herausgedrängte Inhalt der Eier aus dem letzten Drittheile des Ovidukts nicht mehr fest zusammenhaftet; es löst sich vielmehr ein grosser Theil der Dotterkörnchen los und schwimmt frei in der Zusatzflüssigkeit. Die Konsistenz-Abnahme der Bindesubstanz geht also rascher und früher von Statten bei den kleineren als bei den grösseren Nematoden. Für die Annahme *Thompson's*, dass die Samenkörperchen an dem Weicherwerden des Dotters Antheil nehmen, liegt gar kein Grund vor. Die beiden Vorgänge: Weicherwerden des Dotters und Membran-Bildung scheinen mir einander zu bedingen: so lange die Dotterhaut nicht vorhanden, muss die Bindesubstanz so zähe sein, dass die Dotterkörnchen nicht frei werden können; ist aber die Membran ausgebildet, so ist jene Konsistenz nicht mehr nothwendig. Es läge sehr nahe, daran zu denken, dass das Auftreten der Dotterkörnchen mit der Konsistenz-Abnahme der Bindesubstanz im engsten Zusammenhange stehe, dass eben die Produktion der Körnchen der Grund für das Flüssigwerden der Bindemasse sei, wenn nicht auch noch im Ovidukt, wo neue Dotterkörnchen nicht mehr producirt werden, der Dotter weicher würde.

Wir müssen noch einmal auf die Rhachis zurückkommen, um einen Punkt zu erörtern, der leicht Irrungen und Widersprüche hervorrufen könnte. Verfolgt man nämlich die Rhachis in ihrem ganzen Verlaufe, so findet man, dass sie zuerst immer stärker wird, dann aber von einer gewissen Zeit an immer dünner, bis sie zuletzt kurz vor ihrem Verschwinden nur noch ein feiner Faden ist. Bei der Ascaris mystax und der Asc. marginata könnte die anfängliche Grössenzunahme der Rhachis leicht übersehen werden; sie ist aber sehr auffällig bei der Asc. megalocephala, in deren langem Dotterstocke schon sehr früh die Eier-Isolation weit vorgeschritten ist. (Man vergleiche in Rücksicht hierauf die Fig. 5 und 6). Wir hatten oben gesehen, dass die Rhachis nichts Anderes ist als die im Centrum der Röhre befindliche, noch nicht zur Isolation der Eier verwandte körnige Masse. Da nun die Isolation der Eier vom Anfange des Dotterstocks an nach seinem Ende hin immer weiter fortschreitet, so stand zu

Digitized by Google

erwarten, dass die Rhachis gerade anfangs am stärksten sein und allmählich immer feiner würde. Die angeführte Beobachtung scheint hiermit auf den ersten Blick in offenbarem Widerspruch zu stehen. Doch wird dieser Widerspruch leicht gehoben, wenn wir nur in Erwägung ziehen, dass die Bindemasse mit ihrem Vorrücken in der Geschlechtsröhre bedeutend wächst, dass also bis zu einem gewissen Punkte die Rhachis, wenngleich relativ schwächer werdend, doch an Grösse zunehmen wird. Dass die Rhachis in der That relativ immer kleiner wird, erhellt sogleich, wenn wir an den verschiedensten Punkten die ganze Masse der Bindesubstanz in den auf dem jedesmaligen Querschnitte befindlichen Eiern mit dem betreffenden Stücke der Rhachis vergleichen. — *Meissner* lässt die von ihm bei Strongylus armatus beobachtete Rhachis, je weiter zurück im Eierstock, desto feiner, je näher dem Eiweissschlauch, desto ansehnlicher werden.[1]) *Meissner* hat hier das erste Stadium der Rhachis, wie man es vielleicht nennen könnte, das Wachsen derselben, beobachtet, das zweite Stadium aber, ihre scheinbar erst jetzt erfolgende Grössenabnahme, übersehen. Doch sagt er wiederum, die Rhachis höre mit dem letzten Eie, dem reifsten, auf, und thut späterhin der Rhachis (die, wenn sie nicht eben für die Eier verwandt würde, nothwendig noch im Ovidukt hätte irgendwie gefunden werden müssen) nirgends mehr Erwähnung, so dass ich glaube, die Rhachis von Strongylus armatus mit vollem Rechte mit den von uns beobachteten Rhachiden zusammenstellen zu können. Dem stände etwa nur noch im Wege, dass *Meissner* seine Rhachis als einen zarten, dünnwandigen, mit Dottermolekeln erfüllten Kanal beschreibt. *Meissner* scheint hier zu Gunsten seiner Behauptung einer Membran an den Dotterstocks-Eiern auch der Rhachis die Membran zugeschrieben zu haben. Ich habe Strongylus armatus selbst nicht untersucht, muss aber für die Rhachis der von mir beobachteten Nematoden jede Membran mit derselben Bestimmtheit in Abrede stellen, wie für die Dotterstocks-Eier.

Es dürfte passend sein, hier an Beobachtungen zu erinnern, welche *Lieberkühn*[2]) an Nematoden-Weibchen aus dem Gewebe des Proventriculus von Fulica atra und Anas boschas domestica gemacht hat. Zunächst ist seine Angabe hervorzuheben, dass die im ersten Theile des Ovarium befindlichen zellenähnlichen Gebilde beim Zersprengen ihres Behälters zusammenhängend blieben. Sodann hat *Lieberkühn* hier auch eine wirkliche Rhachis beobachtet, ohne jedoch über ihre Entstehung sich nähere Auskunft verschaffen zu können. »Ohne dass eine bestimmte Uebergangsstelle bemerkbar wäre,« sagt er, »erscheint in der zelligen Masse die Rhachis; es ist möglich, dass sie schon im blinden Ende des Ovarium ihren Ursprung nimmt, verfolgen konnte ich sie aber nur bis etwa zum obersten Drittel.« In der Blase, in welche das Ovarium übergeht, hat *Lie-*

1) a. a. O. S. 235.
2) Beiträge zur Anatomie der Nematoden. — Müller's Archiv 1855. S. 314 u. fgd.

Digitized by Google

berkühn von der Rhachis keine Spuren mehr auffinden können. Diese ganz vorurtheilsfreien Angaben stimmen mit unseren Beobachtungen vollkommen überein; die Existenz der Rhachis im Eierkeimstocke, wäre nur noch zu bemerken, ist der Bedeutung der Rhachis nach ganz unmöglich. *Lieberkühn* führt ferner an, dass er in dieser Rhachis körnige, fettartige Substanz, wie sie nach *Meissner* in der von Strongylus armatus sich findet, nicht habe entdecken können. Allein auch die Eier enthalten hier, wie der Verfasser an einer andern Stelle angiebt, nicht Dotterkörnchen, sondern nur eine eiweissartige, durchsichtige Substanz. Ganz dasselbe ist nach *Claparède*[1]) bei Cucullanus elegans der Fall. Da die Rhachis immer ganz dieselbe Substanz ist wie die Umhüllungsmasse der Keimbläschen d. h. der Dotter, so stehen auch diese letzten Angaben mit den unsrigen im besten Einklange. Auffallend ist es, dass nach *Lieberkühn* die Eier des von ihm beobachteten Nematoden schon im Ovarium von einer deutlichen Haut umgeben sind, aus der man den Nucleus und die eiweissartige Masse herausdrücken kann. Ich habe nach dem Vorausgeschickten die allergrösste Wahrscheinlichkeit für mich, wenn ich behaupte, dass hier eine Verwechselung der Eier des Dotterstocks mit denjenigen des Ovidukts stattgefunden hat; gewiss wird sich bei wiederholter sorgfältiger Untersuchung die Abwesenheit der Dotterhaut an den Dotterstocks-Eiern ergeben.

Wenn wir auf *Meissner's* Mikropyle noch zu sprechen kommen, deren Existenz alles bisher Vorgebrachte uns schon unmöglich erscheinen lässt, so geschieht es nur, um zu zeigen, dass sie, selbst wenn wir die Entwickelung der Eier nicht vorher verfolgt hätten, sich nicht halten liesse. Nach *Meissner's* Ansicht von der Ei-Entwickelung ist es nämlich gar nicht anders möglich, als dass die Eier durch Gewalt von der Keimzelle getrennt werden. *Meissner* selbst giebt auch wiederholentlich dies deutlich zu verstehen und lässt jene Gewalt vom Sphinkter, der den Dotterstock vom Ovidukt scheidet, ausgeübt werden. Allein ich habe mit sehr geringen Ausnahmen die Eier immer schon in grösserer Entfernung[2]) vom Sphinkter völlig isolirt gefunden. Der Vermuthung, dass hierbei die gewaltsame Präparation im Spiele gewesen ist, widerspricht die Gestalt, welche ich an den isolirten Eiern wahrnahm. Ihre Spitze war nicht unregelmässig oder zackig, sondern schon mehr abgerundet, und zwar zeigte diese gerundete Spitze zuerst bei manchen Eiern der Asc. mystax noch ein kleines, feines Anhängsel (Fig. 4 A. B.), ein Stückchen der körnigen Substanz, welche früher das Ende des Stiels der Eier gebildet hatte: an den allerletzten Eiern des Dotterstockes fehlte stets auch dieses Anhängsel, die Spitze war ganz abgerundet und ebenso scharf begrenzt wie der übrige Umfang (fig. 4 C.). Schliesslich will ich noch darauf aufmerksam machen,

1) a. a. O. S. 414.
2) Die Entfernung betrug sogar ein Mal bei einer Asc. mystax 4 ½ Zoll, ein anderes Mal bei einer Asc. marginata 2 ¼ Zoll.

Digitized by Google

dass *Meissner*, während er bei Mermis albicans[1]) ganz ausführlich die weiteren Veränderungen angiebt, welche mit den ihrer Tochterzellen, der Eier, beraubten Keimzellen im Eiweissschlauch vor sich gehen, bei der Ascaris mystax der Keimzellen mit keinem Worte mehr gedenkt; der Schluss liegt nahe, dass er sie bei letzterer nicht gefunden hat, wie es denn auch nach der wahren Entwicklungsweise der Eier nicht anders sein konnte.

Eben sind kleine Anhängsel, die manchmal an der Spitze der Eier der Asc. mystax sich finden, erwähnt worden; vielleicht sind sie auch von *Meissner* beobachtet worden und der Grund für seine Annahme einer Mikropyle gewesen. Bei dieser Gelegenheit muss ich noch über eine andere Art von Anhängseln sprechen. Die Eier der Asc. megalocephala, welche anfangs, so lange sie noch klein sind, rings im Kreise um die Rhachis gerade so angeordnet sind wie die Eier der Asc. mystax, haben später, grösser geworden, nicht mehr sämmtlich neben einander Platz und theilen sich deshalb in zwei Lagen, von denen die eine nahe dem Centrum, die andere an der Peripherie der Röhre sich befindet. Diese Lagerung bedingt auch die verschiedenen Formen der Eier: die centralen sind kurz und gedrungen, eckig oder mehr rund, die anderen erscheinen durch ihren sehr lang ausgezogenen glatten, schmalen Stiel bei kurzem, rundem Körper gleichsam kometenartig geschwänzt. Es zeigen nun die jüngeren wie die älteren Eier der Asc. megalocephala an ihrem peripherischen Theile einen kurzen, schmalen, von der körnigen Masse gebildeten Anhang (fig. 7 A. B.); die Identität der Substanz dieses Anhangs mit der Umhüllungsmasse der Keimbläschen erhellt schon daraus, dass auch im Anhang die eigenthümlich gestalteten Dotterkörnchen dieser Ascaris sich finden. Durch Beobachtung der Eier in ihrer natürlichen Lagerung erfahren wir, dass diese letzten Anhänge dazu dienen, die peripherischen Theile je zweier neben einander gelagerter Eier zu verbinden. Bei der Asc. marginata habe ich ebenfalls derartige Anhänge beobachtet, doch lange nicht so regelmässig wie bei der Asc. megalocephata.

2. Entwicklung der Samenkörperchen.

Die Lehre von der Befruchtung der Eier der Asc. mystax durch die Samenkörperchen, wie sie *Nelson* und *Meissner* aufgestellt hatten, war durch die mit aller Macht vertheidigte Behauptung *Bischoff's*, die vermeintlichen reifen Samenkörperchen seien nichts Anderes als Epitelialgebilde des Ovidukts, in ihren Grundfesten erschüttert worden. *Bischoff* konnte nur widerlegt werden, wenn es gelang, die Identität der in den untersten Partieen des männlichen und des weiblichen Geschlechtsapparats sicht-

1) Beiträge zur Anatomie u. Physiologie von Mermis albicans. Diese Zeitschr. Bd. V. S. 269.

Digitized by Google

baren Körperchen nachzuweisen und die unmittelbare Abstammung der reifen Samenkörperchen von den im Hoden des Männchen vorkommenden Gebilden zu erhärten. Die Erörterungen von *Nelson* und *Meissner* hatten hierfür offenbar nicht genügt, da *Bischoff* bei seiner Behauptung beharren konnte. Der letzte Forscher in diesem Gebiete, *Claparède*, glaubt in einer Beziehung weiter gelangt zu sein, als die früheren Beobachter, indem er die Entwicklung der Samenkörperchen im Männchen weiter verfolgt haben will als jene. Allerdings hat *Claparède* etwas Neues beobachtet, allein wir werden sehen, dass hier eine Täuschung in der Deutung obwaltet, dass seine vermeintliche Fortentwicklung der Samenkörperchen nur der Schluss eines den früheren Autoren bereits bekannten Theilungsprozesses ist. Auch in anderer Beziehung ist seine Beschreibung keineswegs geeignet, die Sache zur Entscheidung zu bringen; er giebt selbst Differenzen zwischen den letzten Entwicklungsstufen im Männchen und den Körperchen im Weibchen an, Differenzen, welche ihm unwesentlich erschienen sind, welche ich aber, wenn ich mich auf einen ganz unparteiischen Standpunkt *Bischoff* und seinen Gegnern gegenüber stelle, als sehr wesentlich, vielleicht sogar noch bedeutender, als sie nach den früheren Beobachtern vorlagen, bezeichnen muss. Dem Ziele am nächsten ist meiner Ansicht nach *Thompson* gekommen, nur ist zu bedauern, dass seine Mittheilung gerade in den schwierigsten Punkten so kurz gehalten ist. Die Ausbildung der aus dem gegen Ende des Hodens stattfindenden Theilungsprozesse hervorgegangenen Tochterzellen zu den halbkugelförmigen Gebilden, welche *Thompson* im Männchen und Weibchen gefunden hat, ist nicht verfolgt, — eine Lücke, über deren Misslichkeit kein Zweifel sein kann, wenn man einen späteren Beobachter, *Claparède*, dem doch die *Thompson*'sche Mittheilung vorlag, die Sache wiederum verwirren und eine nahezu neue Bildungsweise der Samenkörperchen aufstellen sieht.

So viel über die erste Aufgabe, welche die Gegner *Bischoff's* zu lösen hatten. Wir sehen, die Lösung ist von allen Beobachtern versucht worden und *Thompson* nahezu gelungen. Schlimmer steht es mit der zweiten Aufgabe. Es verstand sich von selbst, dass *Bischoff*, wenn er die einen Gebilde als Samenkörperchen in Abrede stellte, nach den wahren Samenkörperchen suchen musste, und wirklich hat *Bischoff* zweierlei Gebilde als solche bezeichnet, welche möglicher Weise die Samenkörperchen wären. Die einen fand er konstant, die anderen nur selten gerade an den Orten der Geschlechtsröhren, wo man die reifen Samenkörperchen zu finden wohl erwarten konnte. Die Gegner *Bischoff's* hätten nun auch den negativen Beweis führen sollen, sie hätten zeigen müssen, dass diese Gebilde eine bestimmte und ganz andere Bedeutung haben, dass sie somit unmöglich die Samenkörperchen sein können. Dies ist aber bisher keinem gelungen, einige übergehen sogar diesen Punkt ganz stillschweigend.

Bei der Entwicklung der Samenkörperchen, auf die wir jetzt eingehen wollen, fassen wir nur Asc. mystax, Asc. marginata und Asc. me-

Digitized by Google

galocephala ins Auge. Wenn es uns gelingen wird, die beiden uns vorliegenden Aufgaben genügend zu lösen, indem wir einerseits die Lücken in der Erörterung *Thompson's* ausfüllen und seine Angaben noch besser stützen, andererseits die Bedeutung der vermuthlichen Samenkörperchen *Bischoff's* enträthseln, so haben wir dies zum Theil dem Glücke zu verdanken, das unter den zahlreichen Askariden, welche wir untersuchten, uns auch solche zuführte, die für einzelne Untersuchungen allein den Erfolg sichern konnten.

Das erste Stück des Hodens unterscheidet sich weder in Struktur noch Inhalt vom Eierkeimstock. Auch finden im zweiten Stück des Hodens, dessen Membran die körnigen Längsfasern aufliegen, die nämlichen Haupt-Vorgänge statt, wie in dem ihm gleichwerthigen Dotterstock: Auftreten von Körnchen in der gallertartigen Bindemasse und Isolirung der letzteren um die einzelnen gekernten Zellen herum. Die Isolation geht aber nicht so einfach vor sich, wie man es nach *Bischoff's* Beschreibung [1]) erwarten könnte, der durch die Bindemasse die Keimzellen vollkommen von einander abgeschieden werden lässt, »zu kugelförmigen, wenn auch etwas polygonal gegen einander gedrängten Massen, die also nicht durch eine Rhachis oder etwas dergleichen zusammenhaften.« Wir finden die neu entstandenen Körperchen schon bei *Thompson* [2]) als oval mit leicht zugespitzten Enden, bei *Claparède* [3]) als birnförmig mit nach der Achse des Hodens gerichteter Spitze beschrieben. »Die Spitzen, fährt *Claparède* fort, kleben mehr weniger an einander, ohne dass eine eigentliche Rhachis dadurch entsteht.«

Wir müssen bei der Isolation etwas länger verweilen. Sie erfolgt im Hoden ebenso wie im Dotterstocke. Doch haben wir einen wichtigen Unterschied zwischen dem Hoden und dem Eierstocke anzumerken: während nämlich in letzterem die Weite der Röhre einerseits, die Masse der Bindesubstanz und die Grösse der Keimbläschen andererseits immer in demselben Verhältnisse zu einander stehen, d. h. während im Eierstocke gleichmässig mit der Erweiterung der Röhre die Bindesubstanz und die Keimbläschen an Ausdehnung zunehmen, somit die Zahl der auf dem Querschnitte der Röhre befindlichen Keimbläschen oder Eier (so lange diese nicht isolirt sind), immer dieselbe bleibt, hält das Wachsthum der Bindesubstanz und der gekernten Zellen im Hoden mit der Erweiterung der Röhre nicht gleichen Schritt, so dass, je weiter hinunter wir im Hoden gehen, die Zahl der auf dem jedesmaligen Querschnitte desselben befindlichen Zellen desto grösser ist. Hiermit hängt es zusammen, dass wir im Eierstock nur e i n e Rhachis, im Hoden m e h r e r e Rhachiden antreffen. Ist es durch Zerreissen der Hodenröhre nicht lange nach dem Auftreten

1) Diese Zeitschr. Bd. VI. S. 395.
2) a. a. O. S. 428.
3) a. a. O. S. 414.

der körnig-faserigen Struktur in derselben gelungen, den Inhalt unversehrt herauszubringen, und zieht man ihn dann mit Nadeln der Quere nach aus einander, so scheidet sich die Masse in mehrere Stränge, deren jeder sich mit dem Blüthenstande einer Graminee vergleichen lässt (fig. 8). Es sitzen nämlich an jedem Strange die durch die Isolation entstandenen ovalen körnigen Körperchen rings um ein gemeinschaftliches, längslaufendes Centrum so geschaart, dass dachziegelförmig immer das eine mit seiner oberen, am Ende gerundeten Hälfte die untere Hälfte des zunächst vorhergehenden bedeckt. Weiteren Aufschluss verschafft man sich, wenn man einen einzelnen Strang der Länge nach zerrt und auf verschiedene Weise präparirt. Das untere Ende jedes Körperchens spitzt sich allmählich zu, schliesst jedoch am Ende, wenn man das Körperchen von seiner Verbindung trennt, noch ziemlich schroff ab. Mit diesem unteren Ende sind die Körperchen an eine zarte, längslaufende Rhachis befestigt, welche aus der nämlichen Substanz besteht wie die Umhüllung der gekernten Zellen. Die Rhachis ist so fein, dass es selten gelingt, selbst auf eine kürzere Strecke nur sie zu präpariren (fig. 9 und 24). Je weiter wir den Hoden hinunter gehen, desto feiner werden die Stiele der Körperchen; auch die Rhachiden werden feiner, verschwinden endlich, und die einzelnen Körperchen stehen nur noch durch zarte, unregelmässige, körnige Fäden unter einander in Verbindung (fig. 25). Zuletzt verschwinden auch diese Fäden, und die körnigen Körperchen sind vollkommen frei (fig. 10). Die Stelle in der Geschlechtsröhre, wo die Isolation vollendet ist, lässt sich nicht genau ein für alle Male bestimmen. Bei der Asc. mystax und der Asc. marginata werden die Körperchen gewöhnlich zwischen der Mitte und dem Ende des zweiten Drittheils der zweiten dem Dotterstocke vergleichbaren Portion des Hodens frei (fig. 10), öfters aber hingen sie noch kurz vor dem Ende des Hodens zusammen oder zeigten wenigstens noch Spuren ihres früheren Zusammenhangs. Bei der Asc. megalocephala hingegen sah ich ganz regelmässig die Körperchen im Endstücke des Hodens noch unter einander verbunden, ja sogar zwischen den hier in der Vermehrung begriffenen Körperchen finden sich noch die erwähnten körnigen Fäden, wie sie die fig. 25 zeigt. Es ergiebt sich hieraus von selbst, dass der ganze Vorgang der Isolation sich leichter und genauer bei der Asc. megalocephala beobachten lässt als bei den beiden anderen Askariden, um so mehr als bei ersterer noch die bedeutendere Länge des Hodens hinzukommt, so dass man die einzelnen Stadien in grösserer Zahl und auf grössere Strecken vorfindet.

Eine Eigenthümlichkeit, die uns bei der Asc. megalocephala aufstösst, verdient noch Beachtung. Ich habe öfters bei ihr körnige Körperchen gefunden, welche an dem einen Pole den lang ausgezogenen, an die Rhachis befestigten Stiel zeigten, deren zweiter Pol aber nicht, wie sonst, frei war, sondern, sich allmählich verdünnend, zu einem feinen Faden wurde, welcher das Körperchen mit dem oberen Pole eines neben ihm liegenden

verband. Wir haben hierin genau das Analogon zu den oben beschriebenen peripherischen Anhängseln der Eier desselben Thieres. Es kommt aber beim Männchen noch hinzu, dass manchmal der obere allmählich sich verfeinernde Pol des körnigen Körperchens wiederum zum Stiele eines anderen, dem ersten aufsitzenden Körperchens wird. Das Vorhandensein dieser Bildungen lässt sich aus der Art und Weise, wie die körnigen Körperchen entstehen, sehr wohl erklären, eine Regelmässigkeit im Auftreten derselben aber habe ich bisher nicht herausfinden können. Die angeführten Beobachtungen sind besonders deshalb von Interesse, weil sie im Verein mit anderen, sogleich zu beschreibenden Verhältnissen über die Entstehung solcher Gruppen von körnigen Körperchen, wie sie die fig. 25 zeigt, uns Aufschluss geben.

Ueber die im Verlaufe der Isolation zur Erscheinung kommenden Rhachiden glaube ich nach der ausführlichen Erörterung bei den Eiern hier kein Wort weiter verlieren zu dürfen. Dagegen habe ich noch eine Angabe zu machen über das Verhältniss der auf einem und demselben Querschnitte des Hodens befindlichen Rhachiden zu einander, wovon bisher noch nicht die Rede war. Genauere Untersuchungen über diesen Punkt haben sich überhaupt nur bei der Asc. megalocephala aus den oben bereits angeführten Gründen anstellen lassen. Die verschiedenen Rhachiden schienen mir öfters selbst wieder an bestimmten Punkten sich zu vereinigen. In diesen Fällen glaubte ich auch wahrzunehmen, dass jede Rhachis einen bestimmten, im Verhältniss zur Länge des Hodens nur sehr kurzen Verlauf hatte, dass von ihrem Ende aus aber wieder zwei neue Rhachiden abgingen. Wie sich diese Verhältnisse im Ganzen mir darstellten, wird am Besten auf die Weise klar werden, dass ich eine der zuerst im Hoden sichtbaren Rhachiden dem Stamme, die von ihr abgehenden Rhachiden den Aesten u. s. f., endlich die körnigen Körperchen den Blättern eines Baumes vergleiche. Nur müssen wir hierbei bemerken, dass die Zahl der Rhachiden überhaupt sich nicht bedeutend vermehrt, weil sie meist wieder zusammenlaufen und je zwei wiederum in einen Strang sich vereinigen. Indessen muss ich gestehen, diese zuletzt besprochenen Verhältnisse nicht haben sicher stellen zu können, da es mir nicht gelang, sie bei der Asc. mystax und der Asc. marginata wiederzufinden, noch auch überhaupt sie jedes Mal bei der Asc. megalocephala zu beobachten.

Die erste Veränderung, welche mit den körnigen Körperchen vor sich geht, wenn sie nicht weit vor dem Ende des Hodens bei der Asc. mystax und der Asc. marginata völlig, bei der Asc. megalocephala bis auf die körnigen Verbindungsfäden isolirt sind, besteht in der strahligen Anordnung der Körnchen (fig. 11). *Meissner*[1]) hat das Verdienst, auf diesen Vorgang und den Theilungsprozess, den er gleichsam einleitet, zuerst aufmerksam gemacht zu haben. Die Körperchen, wie wir sie jetzt vor uns

1) a. a. O. S. 209.

Digitized by Google

haben, bestehen aus: 1) der durch die beschriebene Isolation der Bindemasse zum Kern gewordenen ursprünglichen Zelle, 2) der den Kern umhüllenden körnigen Masse, endlich 3) der die körnige Masse eng umschliessenden Zellmembran.

Eine wesentliche Differenz zwischen mir und meinen Vorgängern, deren ganze Bedeutung erst aus ihren Konsequenzen erhellen kann, besteht darin, dass diese den Kern der körnigen Körperchen im unteren Theile des Hodens verschwinden d. h. untergehen lassen, während ich behaupten muss, dass der Kern persistirt und nur zeitweilig durch die Körnchenmasse verdeckt wird. Die Frage lässt sich hier noch nicht erschöpfend behandeln, weil die Kenntniss der weiteren Entwicklung der Samenkörperchen dazu unumgänglich nothwendig ist. Einzelne Beweise für die Richtigkeit meiner Behauptung könnte ich allerdings schon jetzt beibringen, allein es erscheint mir bei der Wichtigkeit der Frage angemessener, diese noch aufzusparen, bis wir später den streitigen Punkt im Zusammenhange werden erörtern können. Ich kann es jedoch, bevor wir weiter gehen, nicht unterlassen, darauf aufmerksam zu machen, dass nach unserer eben ausgesprochenen Ansicht die Auffassung *Meissner's*, der von jetzt an die körnige Masse als Kern betrachtet, den Thatsachen nicht angemessen und ungegründet ist; wir werden unter »Kern« in Zukunft immer das noch fortexistirende centrale Kern-Bläschen der Körperchen verstehen.

Die Streitfrage, wann die Membran gebildet ist, kehrt ebenso, wie wir sie bei den Eiern angetroffen haben, auch bei den körnigen Körperchen im Hoden wieder. An eine Widerlegung der Ansicht *Meissner's*[1]) von der Präformirung vollkommener Zellen, die später zu den körnigen Körperchen selbst werden, brauchen wir erst nicht zu gehen; es lassen sich hier dieselben Beobachtungen wider sie geltend machen, wie bei den Eiern. Wir können uns hier jedoch nicht auf die Seite *Bischoff's* schlagen, der das Vorhandensein einer Membran selbst an den gegen Ende des Hodens sich zur Theilung anschickenden Körperchen noch läugnet,[2]) sondern müssen mit *Thompson*[3]) diesen Körperchen eine Membran zusprechen. Presst man die Körperchen, deren Körnchen sich bereits strahlig angeordnet haben, so platzen sie an e i n e r Stelle, durch den Riss dringt die körnige Masse heraus, und es bleibt die Membran gefaltet zurück. Hier dürfte in den allermeisten Fällen auch Denjenigen genügt sein, welche unter »Membran« eine leicht abstreifbare dünne Haut verstanden wissen wollen. Anders aber bei den körnigen Körperchen auf früheren Entwicklungsstufen, die nach *Thompson* auch ganz bestimmt eine Membran besitzen sollen. Presst man nämlich die eben isolirten Körperchen der Asc. mystax, so platzen sie zwar auch nur an e i n e r Stelle, allein nur wenig Körnchen-

1) a. a. O. S. 208.
2) a. a. O. S. 397.
3) a. a. O. S. 428.

masse dringt durch den Riss heraus, und erst allmählich löst sich Körnchen auf Körnchen von der Innenseite der geplatzten Wandung des Körperchens los; durch Verschieben des Deckgläschens kann man das Freiwerden der Körnchen unterstützen, bis schliesslich ein homogenes, membranartiges Gebilde mit wenigen innen ihm ansitzenden Körnchen zurückbleibt. Hier könnte man nicht von einer eigentlichen Membran im vorhin aufgeführten Sinne sprechen, wohl aber von schon weit vorgeschrittener Bildung derselben. Halten wir diese Beobachtung mit einer anderen zusammen. Behandelt man die körnigen Körperchen kurz vor ihrer völligen Isolation mit Essigsäure, so tritt der Kontour des Körperchens an dem gerundeten Theile seines Umfangs ganz scharf und dunkel hervor, bricht aber nahe dem Stiele des Körperchens oder an diesem selbst hart ab, und die Kontouren des Stiels und des körnigen Verbindungsfadens oder der vielleicht noch vorhandenen Rhachis bleiben ganz matt. Aus den beiden letzten Beobachtungen geht hervor, dass die Membran der körnigen Körperchen, ebenso wie die Dotterhaut der Eier, durch Verdichtung der Aussenschicht der Bindemasse der Körnchen entsteht, und zwar zeigen sich die ersten Spuren dieser Verdichtung schon an den noch nicht ganz isolirten Körperchen. Es dürfte nicht Recht sein, wollten wir eine bestimmte Stelle des Hodens als diejenige bezeichnen, an welcher die Membran der Körperchen immer bereits vollkommen ausgebildet ist. Es kommen hier Schwankungen vor, besonders bei der Asc. megalocephala, von der wir schon wissen, dass der Zusammenhang der Körperchen bei ihr sich lange erhält; man kann das eine Mal schon früh, das andere Mal erst etwas später von einer vollkommen ausgebildeten Membran sprechen. Uebrigens ist die in Rede stehende Frage hier von viel untergeordneterer Bedeutung als bei den Eiern, so dass wir uns nicht länger bei ihr aufzuhalten brauchen. Die sich gegen Ende des Hodens vermehrenden Körperchen besitzen ganz bestimmt eine Membran, und dies, glaube ich, ist durch das Angeführte genügend bewiesen.

Mit der strahligen Anordnung der Körnchen um den hellen Kern beginnt der bereits mehrfach erwähnte Theilungsprozess der körnigen Zellen. Wir unterscheiden zwei Stadien desselben: das erste umfasst die Bildung der Tochterkugeln und ist seit *Meissner* allgemein beobachtet worden; im zweiten werden die Tochterkugeln frei. Dieser letzte Vorgang, der in ähnlichen Fällen so einfach erscheint und schnell vorüber ist, ist bei unseren Askariden sehr komplicirt und nimmt eine längere Zeit in Anspruch. Merkwürdiger Weise ist dies zweite, höchst interessante Stadium bisher ganz übersehen worden.

In Betreff der Bildung der Tochterkugeln kann ich mich kurz fassen, da das schliessliche Resultat im Wesentlichen schon von *Bischoff* und *Thompson* richtig angegeben worden ist. Der helle, centrale Kern der strahligen Zelle verschwindet, und zwei neue helle Stellen treten mehr peripherisch auf, deren jede wiederum das Centrum einer strahligen Anord-

Digitized by Google

nung der Körnchen wird (fig. 12 A). Gleichzeitig bemerkt man im mittleren Theile der Zelle, wo die beiden strahligen Anordnungen zusammenstossen, eine seichte Einschnürung, welche die beiden Hälften der Zelle, die in der Mitte nur durch einen helleren Zwischenraum geschieden sind, schärfer markirt. Indessen ist die ganze Zelle gewachsen, und es wiederholt sich jetzt an jeder ihrer Hälften derselbe Vorgang, den wir zuerst an der ganzen Zelle beobachteten. Auch wird noch eine zweite seichte Einschnürung des Randes der Mutterzelle sichtbar, die genau senkrecht auf der ersten steht (fig. 12 B). Die Mutterzellen-Membran nimmt man meist als einen feinen Kontour wahr, der sich über die Einschnürungen gerade hinwegzieht. So enthält also jede Mutterzelle jetzt vier Tochterkörperchen, deren Trennung aber vorerst nur durch die vier Einschnürungen, welche auf dem Durchschnitte der Zelle sichtbar sind, ausgesprochen ist, indem sie im übrigen Umfange noch eng an einander liegen und nur durch hellere Zwischenräume auch hier ihre Trennung angedeutet wird. — Manchmal eilt, wie *Bischoff* richtig bemerkt hat, die eine Hälfte des Körperchens der anderen in der Fortsetzung der Theilung voraus, so dass aus der Mutterzelle nur drei Tochterkörperchen hervorgegangen zu sein scheinen (fig. 12 C). Allein dass eben nicht alle drei Theile der Zelle auf gleicher Stufe stehen, ergiebt sich unzweifelhaft daraus, dass der eine Theil ohngefähr dieselbe Grösse hat wie die beiden anderen zusammen. Ueberdies trifft man schliesslich nur Zellen mit vier Tochterkugeln in der Geschlechtsröhre an.

Nach *Meissner*[1]) findet hier die Zellen-Vermehrung auf eine andere, ganz eigenthümliche Weise Statt. Es ist nicht nöthig, dass wir seine einzelnen Angaben beleuchten, was zu viel Zeit erfordern würde, wenn es uns nur gelingt, sein Resultat als ein gänzlich irriges zu erweisen. Durch die einmalige Zerklüftung der ursprünglichen Kernmasse (d. h. unserer »körnigen Masse«) will *Meissner* beliebig viele (2—8) Tochterkerne (d. h. unsere »Tochterkörperchen«) haben entstehen sehen; indem die Kerne dann je einen Theil der Membran der Mutterzelle ausstülpen und abschnüren, gehen nach ihm aus e i n e r Mutterzelle b e l i e b i g v i e l e Tochterzellen hervor. Dieser Ansicht *Meissner's* haben *Bischoff* und *Thompson* nur ein negatives Resultat entgegenstellen können, die Behauptung nämlich, dergleichen eben nie gesehen zu haben; wir werden *Meissner* sicherer bekämpfen können, indem die Erscheinungen des zweiten Stadiums des Theilungsprozesses, zu dem wir jetzt übergehen, uns die Mittel bieten werden, die Unrichtigkeit seiner Ansicht unmittelbar zu beweisen.

In jeder Mutterzelle waren vier Tochterkugeln entstanden: diese hafteten noch fest an einander, doch waren am Rande Einschnürungen, in ihrem übrigen Umfange hellere Zwischenräume zwischen ihnen sichtbar; es umschloss sie noch die Mutterzellen-Membran (fig. 12 B). Diese ist von

1) a. a. O. S. 209. 10

Digitized by Google

nun an nicht mehr vorhanden; indem die Einschnürungen immer weiter gegen das Centrum vordringen, zerfällt die Mutterzelle bald in die vier Tochterkugeln, doch werden diese nicht sogleich frei. Obwohl die zum Präparate zugesetzte Flüssigkeit jetzt, wie es scheint, vollkommen die Zwischenräume zwischen den einzelnen Körperchen erfüllt, gelingt es selbst dadurch, dass man Strömungen im Präparate erregt, nicht, die Kugeln von einander zu trennen. Wir werden hierdurch darauf aufmerksam, dass irgend ein Zusammenhang doch wohl noch existiren muss, ohne dass wir uns schon jetzt sicheren Aufschluss über ihn verschaffen könnten. Weiter finden wir ganz regelmässige Häuflein von je vier Tochterkugeln, deren jede an der gegen die Mitte des Häufleins gerichteten Stelle ihrer Peripherie einen kleinen hellen, fast weissen Punkt zeigt (fig. 13). Bei wieder anderen solchen Häuflein findet man die helle Stelle der einzelnen Tochterkugeln grösser und grösser geworden, und endlich sind die vier Tochterkugeln in ihrem ganzen Umfange getrennt und stehen weit von einander ab, allein die grossen hellen, nach dem Centrum des ganzen Häufleins gerichteten Anhängsel der Tochterkugeln hängen in e i n e m Punkte unter einander zusammen (fig. 14 A). Neben diesen ganz regelmässig aus vier Tochterkugeln bestehenden Häuflein bemerkt man aber auch solche, von denen ein körniges Körperchen ohne sein helles Anhängsel losgetrennt ist (fig. 14 B. C). Hier können wir uns über letzteres schon genauer unterrichten: an Gestalt gleicht das Anhängsel einem an der Basis ausgehöhlten Kegel; seine gegen das Centrum des ganzen Häufleins sehende Konvexität ist spitz ausgezogen und hängt durch diese Spitze mit den drei anderen Anhängseln des Häufleins zusammen, in seine Konkavität nimmt es die Konvexität des körnigen Körperchens, dem es angehört, auf. Man erhält ferner Ansichten von zwei Tochterkugeln, oft sogar auch einer einzigen, die ihre eigenen hellen Anhängsel noch besitzen, mit denen die Anhängsel der bereits losgerissenen resp. zwei oder drei körnigen Körperchen noch verbunden sind (fig. 14 E); wiederum aber auch solche, wo bald eine bald zwei Kugeln mit ihren Anhängseln vom ganzen Häuflein losgerissen und im letzteren Falle durch diese noch im Zusammenhang sind (fig. 14 D. F). Dass das Losreissen der Tochterkugeln von ihren Anhängseln nicht etwa Kunstprodukt ist, geht genügend daraus hervor, dass man weiter herunter im Vas deferens sämmtliche körnige Kugeln ohne ihre Anhängsel und wiederum diese allein antrifft. Die letzteren kommen hier gewöhnlich einzeln vor, manchmal nur noch zu vieren in ihrer ursprünglichen Lagerung zusammen, sehr selten hingegen zu zweien oder dreien vereinigt (fig. 15).

Die Tochterkugeln, deren Beschaffenheit man schon deutlich erkennen kann, wenn sie noch zu vieren in den Häuflein zusammenliegen, zeigen ebenso wie ihre Mutterzellen die strahlige Anordnung der Körnchen um das hellere Centrum, den Kern, und einen scharfen Kontour an ihrer Peripherie. An den eben völlig frei gewordenen Körperchen besitzt der

Digitized by Google

Kontour der Stelle, welche früher in die Konkavität des Anhängsels aufgenommen war, dieselbe Schärfe wie der des übrigen Umfangs. Auch tritt in dem helleren Centrum deutlich ein dunkles Körnchen hervor, das Kernkörperchen (fig. 17).

Alle die oben beschriebenen verschiedenen Bildungen findet man gewöhnlich nicht genau hinter einander in der Geschlechtsröhre, sondern neben und unter einander; es ist deshalb eine genaue Durchmusterung des Präparates nothwendig, um die Uebergänge der einen Bildung in die andere aufzufinden. Es kommt hinzu, dass bei der Asc. mystax die in Rede stehende Entwicklung auf eine ganz kurze Strecke des letzten Stücks des Hodens zusammengedrängt ist. Die Strecke ist schon etwas grösser bei der Asc. marginata, beträgt aber weit über einen Zoll bei der Asc. megalocephala. Hieraus ist leicht ersichtlich, dass man bei der letzten Ascaris den Vorgang mit geringerer Mühe in allen seinen Einzelheiten verfolgen kann als bei den beiden erstgenannten; für die ersten Beobachtungen ist jedenfalls die Asc. megalocephala zu empfehlen. Es ist kaum glaublich, dass *Meissner*, der doch auch die Asc. megalocephala untersuchte, Nichts von allem zuletzt Beschriebenen aufgefunden hat. Bei der Asc. mystax, muss ich noch erwähnen, findet man meist einzelne Kugeln mit ihrem ihnen noch anhaftenden Anhängsel; doch gelingt es, wenn man nur mehrere Thiere und sehr vorsichtig untersucht, alle oben angegebenen Formen zu beobachten. Die über den Vorgang beigegebenen Zeichnungen sind treu nach Präparaten ausgeführt und dürften klarer, als es vielleicht meiner Beschreibung gelungen ist, die Erscheinungen vor Augen führen.

Wir fanden oben, dass nie mehr als vier Körperchen auf die beschriebene Weise zusammenhängen, dass aber auch in den Fällen, wo eins oder mehrere bereits fehlen, aus den hellen Anhängseln oder aus der Lagerung der übrig gebliebenen Körperchen erschlossen werden kann, dass in dem unversehrten Kugel-Häuflein immer vier Körperchen vereinigt waren. Es widersprechen diese Beobachtungen sämmtlich der Behauptung *Meissner's*, dass aus einer Mutterzelle beliebig viele (2—8) Tochterzellen hervorgehen können. Gleichzeitig widerlegen sie die Beschreibung, welche *Meissner* von der Bildung der Tochterzellen und ihrem Freiwerden gegeben hat; *Meissner* hat die Art und Weise, wie in Wahrheit die Tochterzellen frei werden, ganz übersehen.

Wir sehen uns jetzt zu einer kleinen Abschweifung, wie sie wenigstens vorerst erscheinen könnte, von dem bisher von uns eingehaltenen Entwicklungsgange genöthigt. Wie wir uns erinnern, waren *Bischoff* schon bei seinen ersten Beobachtungen[1]) »runde, scharf kontourirte, gelblich aussehende, homogene Körperchen,« welche konstant im Vas deferens und in der Samenblase vorkamen, aufgefallen. Da er ihnen ganz ähnliche auch in der Vagina des Weibchens sah, so war er geneigt, sie für die wahren

1) Widerlegung etc. S. 25. 29.

Digitized by Google

Samenkörperchen anzusehen, die aus den körnigen Körperchen durch Verdichtung derselben zu einer homogenen Masse entstehen sollten. Ihm entgegen behauptete *Meissner*[1]), jene Körperchen wären bereits entwickelte, im Männchen verbliebene und dort in Fett verwandelte Samenkörperchen. Diese Ansicht mochte *Bischoff* in seiner späteren Abhandlung[2]) nicht adoptiren; er hatte indessen beobachtet, dass die Körperchen von da an im Hoden auftreten, wo sich der Theilungsprozess in den Mutterkugeln entwickelt, und meinte daher, sie könnten vielleicht aus diesem hervorgehen, analog den sogenannten Richtungsbläschen bei der Dottertheilung. Er liess indessen auch eine zweite Möglichkeit offen, dass die Körperchen nämlich eine zweite Art von Samenkörperchen wären. In denselben Körperchen vermuthete *Thomson*[3]) nicht weiter zu Samenkörperchen sich umwandelnde Kerne von Samenzellen zu finden. Endlich muss ich noch erwähnen, dass ich guten Grund habe (s. u.), die Kerne, welche *Nelson*[4]) aus den körnigen Körperchen am Ende des Hodens herausgedrückt haben will, mit den in Rede stehenden Körperchen zu identificiren. Wie wir sehen, sind die Körperchen von allen Beobachtern wahrgenommen worden, aber keiner ist der Ansicht des anderen. Wenn es uns im Folgenden gelingen wird, die wahre Bedeutung dieser Körperchen aufzudecken, so wird es hauptsächlich deshalb von Interesse sein, weil hiermit gleichzeitig die Stütze zweier wichtiger Behauptungen von *Meissner* und *Bischoff* fallen muss.

Wenn das Anhängsel der Tochterkugeln eben frei geworden ist, erscheint es ziemlich blass. Liegt es auf der Seite und zwar so, dass die Ansatzstelle der Tochterkugel halb nach oben gerichtet ist, so erkennt man leicht, dass es, wie bereits erwähnt, die Form eines an der Basis ausgehöhlten Kegels hat; es folgt diese Gestalt schon aus der bedeutenden Konkavität, die zur Aufnahme der Konvexität der Tochterkugel nothwendig ist, und der etwas ausgezogenen Spitze, die zu seiner Anheftung an die anderen Anhängsel des Kugel-Häufleins dient (fig 15 A). Diese Verhältnisse der Anhängsel ändern sich jedoch bald, je weiter sie mit dem übrigen Inhalte der Geschlechtsröhre nach der Mündung dieser hin vorrücken. Sie werden nämlich allmählig immer mehr gerundet, brechen stärker das Licht und nehmen überhaupt ein ganz fettartiges Aussehen an; es finden sich alle Uebergangsstufen, bis sie schliesslich unregelmässig runde, ziemlich platte, starkbrechende Körperchen vorstellen (fig. 16 A). In diesem Zustande erst sind sie von den früheren Beobachtern aufgefunden worden. Ihre Kontouren sind nicht so scharf, wie *Bischoff* meint; auch besitzen sie keinen Kern, denn die kleine dunkle Stelle, die manchmal gerade in ihrer Mitte sichtbar ist, dürfte wohl als das Ueberbleibsel ihrer früheren Vertiefung oder Spitze zu deuten sein. Von Aether werden die Körperchen jetzt

1) a. a. O. S. 228.
2) Diese Zeitschr. Bd. VI. S. 400.
3) a. a. O. S. 482.
4) a. a. O. S. 566.

angegriffen; die Schwierigkeit der Untersuchung verhinderte aber, die Frage, ob sie sich in Aether lösen, mit Sicherheit zu entscheiden. Alles was wir hier über die Anhängsel erfahren haben, deutet darauf hin, dass sie, nachdem sie von den körnigen Kugeln abgestossen worden sind, einer Rückbildung (vielleicht einer Fettmetamorphose) unterworfen werden, da sie ferner unnütz sind. Ich hätte nur noch anzuführen, dass manchmal die vier Anhängsel eines Kugel-Häufleins, wenn die körnigen Kugeln sich ohne sie losgetrennt und sie im Zusammenhange zurückgelassen haben, bei ihrer regressiven Metamorphose in ein grosses Körperchen gleichsam zusammenschmelzen, in welchem man meist noch vier dunkle Flecken als Andeutung seiner Zusammensetzung erkennt (fig. 16 B. C). Derartige grosse Körperchen, glaube ich, hat *Nelson* für die herausgedrungenen und bedeutend aufgequollenen Kerne der körnigen Körperchen gehalten. Dass *Nelson* in diesen Körperchen, wie ebenfalls in den nicht aufgequollenen Kernen, d. h. in unseren einzelnen, bereits metamorphosirten Anhängseln, ein deutliches Kernkörperchen gezeichnet hat, dürften wir wohl auf Rechnung seiner vorgefassten Meinung stellen. — Die runden, starkbrechenden Körperchen in den unteren Theilen des männlichen Geschlechtsapparats sind also nicht wahre Samenkörperchen, nicht in Fett metamorphosirte reife Samenkörperchen, nicht Kerne von Samenzellen, sondern die regressiv metamorphosirten Anhängsel der Tochterkugeln, deren Funktion allein auf den Theilungsprozess sich beschränkt.

Mit Absicht sind oben die Beobachtungen über das zweite Stadium des Theilungsprozesses nackt hingestellt worden, um sie von jeder Deutung unabhängig sicher zu stellen; ich will jetzt beifügen, wie ich auf Grund jener Beobachtungen den Vorgang deute. So lange die Tochterkugeln nur durch die Einschnürungen am Rande von einander getrennt sind, geht die sie umschliessende Mutterzellen-Membran noch über die Einschnürungen hinweg. Wenn die Trennung der Tochterkugeln weiter vorschreitet, stülpt sie sich von allen Seiten in die Zwischenräume zwischen je zwei Tochterkugeln ein; jede Einstülpung besteht natürlich aus einer doppelten Lage der Membran. Die vier Einstülpungen verwachsen später im Centrum, wie es auch gar nicht anders möglich ist, in einem Punkte, und so erhält jede Tochterkugel ihre besondere Membran. Die anfänglich durch die Aneinanderlagerung abgeplatteten, später vollkommen kugeligen Tochterzellen sind also im grössten Theile ihres Umfangs ganz von einander getrennt und hängen nur in der Mitte des Kugel-Häufleins in einem Punkte zusammen. Jetzt schwitzt jede Tochterzelle an dem Punkte, durch welchen sie mit den anderen verbunden ist, eine zähe, gallertartige Masse aus, die sich an der Aussenseite ihrer Zellenmembran und zwar als ein heller, weisser Punkt zunächst zeigt. Die von den vier Tochterzellen gleichzeitig ausgeschwitzten gallertigen Massen vertreten jetzt die Stelle der Zellmembranen, so dass, wenn diese, eine jede mit ihrem körnigen Körperchen sich zurückziehend, sich von ihrer Verbindung trennen, die

Digitized by Google

Verbindung der Tochterzellen doch durch die verklebten zähen Exsudate unterhalten wird. Durch fortgesetzte Ausschwitzung lagern sich neue Verdickungsschichten ab, die weisse Stelle wird immer grösser, bis sie endlich die vollkommen ausgebildete Form des an seiner Basis ausgehöhlten Kegels erlangt hat, indem sie in ihre Konkavität die Tochterzelle aufnimmt, durch ihre Spitze mit den Exsudaten der drei anderen Tochterzellen zusammenhaftet. Auf die mannigfachste Weise [1]) trennen sich sodann die vier Tochterzellen theils mit ihrer ausgeschwitzten Masse, dem Anhängsel, theils ohne sie von einander, und es werfen auch die einzelnen freien Tochterzellen, welche ihr Anhängsel mit sich genommen hatten, bald dieses ab. Die Anhängsel, welche ihre Funktion jetzt erfüllt haben, erleiden sodann, wie wir bereits wissen, eine regressive Metamorphose; die Tochterzellen hingegen entwickeln sich weiter und bilden das reife Samenkörperchen in sich aus.

So viel mir bekannt, ist ein derartiges zweites Stadium eines Theilungsprozesses bisher noch nicht beschrieben. Doch scheint es nicht bei der Entwicklung der Samenkörperchen der Nematoden [2]) allein sich zu finden. Körnige Körperchen mit hellen Anhängseln hat schon *Henle* [3]) »in dem sogenannten Nebenhoden« von Sanguisuga offic. bemerkt und in seiner Figur 4 a (Taf. XIV) abgebildet, ja er hat sogar schon das Abfallen der Anhängsel beobachtet. »Die Körperchen«, sagt *Henle*, »sind oval, platt, weisslich und schienen eine körnige, unebene Oberfläche zu haben. Nur an dem einen Ende erscheint ein kleiner, mehr oder weniger vorspringender, oft kugelig gestalteter Theil der Oberfläche glatt und durchsichtig. Diesen Theil sah ich zuweilen bei Behandlung mit Wasser sich ablösen. An den meisten bemerkte ich auf der Mitte der breiten Fläche einen kleinen runden Fleck, der wie eine Oeffnung aussah und auch blieb, wenn die Körperchen unter dem Pressorium gedrückt wurden.« Die von *Henle* hier beschriebenen Körperchen entsprechen vollkommen den Tochterkugeln unserer Nematoden, wenn sie eben, eine jede mit ihrem hellen Anhängsel (*Henle's* »glattem, durchsichtigem Theile der Oberfläche«), sich von dem Kugel-Häuflein losgelöst haben und in Folge ihrer früheren Aneinanderlagerung noch etwas abgeplattet sind. Der centrale runde Fleck *Henle's* ist, wie vornehmlich sicher aus der Abbildung hervorgeht, nichts Anderes als das im Kern gelegene Kernkörperchen.

In den frei gewordenen Tochterzellen, die wir von jetzt an mit *Meiss*-

1) Es ist schon früher gelegentlich erwähnt worden, dass man bei der Asc. mystax die Tochterzellen in grösster Zahl einzeln im Zusammenhange noch mit ihrem Anhängsel findet; ich wäre deshalb geneigt, diese Art der Trennung der Tochterzellen für die gewöhnliche anzusehen, wenn nicht bei der Asc. megalocephala mehrere Arten der Trennung sich gleich häufig vertreten fänden.

2) In neuester Zeit habe ich den Theilungsprozess genau so, wie oben beschrieben, bei der Asc. osculata Rud. (ex intest. Phocae cristatae) — an Spiritusexemplaren, — wiedergefunden.

3) Ueber die Gattung Branchiobdella etc. — Müller's Archiv 1835. S. 582. 3.

Digitized by Google

ner als »Entwicklungszellen der Samenkörperchen« bezeichnen wollen, (fig. 17) verschwindet bald die strahlige Anordnung der Körnchen; nadelförmige Körnchen sind nicht mehr in ihnen sichtbar, sondern nur grössere und kleinere runde, in deren Anordnung eine Regelmässigkeit sich nicht mehr erkennen lässt (fig. 18). Die Entwicklungszellen auf dieser oder der vorhergehenden Bildungsstufe sind die letzte Entwicklungsstufe der Samenkörperchen, welche *Nelson*, *Meissner* und *Bischoff* im Männchen angetroffen haben.[1]) *Thomson* hat, wie ich wenigstens aus seinen hier nicht sehr scharfen Angaben herauslesen zu können glaube, noch andere halbkugelige Bildungen im Männchen beobachtet und sich hierdurch von der Identität der Körperchen im Männchen und im Weibchen überzeugen können. Die Beobachtung *Thomson's* kann ich, wie sich aus dem Weiteren ergeben wird, für richtig erklären; allein *Thomson* hat keine Beobachtungen darüber, wie diese halbkugelförmigen Gebilde aus den zuletzt von uns behandelten Entwicklungszellen hervorgehen. Es ist dies gerade, wie ich schon einmal erwähnen musste, eine sehr missliche Lücke, durch welche es unmöglich wird, die unmittelbare Abstammung der Samenkörperchen von den Gebilden im Hoden des Männchen zu beweisen.

Es ist wunderbar, dass meine Vorgänger unter den zahlreichen Askariden, welche sie untersuchten, immer nur solche Männchen vor sich hatten, bei denen die letzten Partieen der Geschlechtsorgane entweder gänzlich oder wenigstens fast ganz leer waren. Allerdings ist es unmöglich, an solchen Thieren die Entwicklung der Samenkörperchen Schritt für Schritt ohne jede Lücke zu verfolgen. Ich muss gestehen, glücklicher als meine Vorgänger gewesen zu sein; ich habe im Verhältniss zu der grossen Zahl von Askariden, welche ich untersuchte, in nur wenigen die zuletzt beschriebenen Zellen als die letzte Entwicklungsstufe der Samenkörperchen im Männchen und, was hiermit im Zusammenhange steht, Vas deferens und Samenblase leer angetroffen. In den meisten Fällen war das Vas deferens gänzlich, die Samenblase ebenfalls ganz oder wenigstens so halb und halb von Inhalt erfüllt; die Entwicklung der Samenkörperchen war hier immer viel weiter vorgerückt. Ich bin dadurch in den Stand gesetzt worden, über die Bildung der Samenkörperchen in den Entwicklungszellen mir die grösste Klarheit zu verschaffen.[2]) Bevor ich jedoch hierauf eingehe, kann ich es nicht unterlassen, folgenden Punkt noch zu beleuchten.

1) Von den Abweichungen, die sich zwischen unserer Auffassung dieser Zellen und denjenigen der genannten Beobachter ergeben, ist nur eine einzige noch zu erörtern, die Ansicht *Meissner's* von dem Verhalten der Zellmembran; es soll dies weiter unten an geeigneter Stelle geschehen.

2) Verhältnissmässig viel weniger häufig als bei der Asc. mystax fand ich bei der Asc. megalocephala und der Asc. marginata die unteren Partieen des männlichen Geschlechtsapparats gefüllt; doch haben diese Beobachtungen, da ich vorher bereits die Bildung der Samenkörperchen bei der Asc. mystax verfolgt hatte, vollkommen ausgereicht, um die völlige Gleichheit in der Entwicklungsweise der Samenkörperchen der drei Thiere konstatiren zu können.

Claparède[1]) will die Entwicklung der Samenkörperchen in der Samentasche weiter haben verfolgen können und zwar, ich lege darauf Gewicht, bei der Ascaris suilla. »Nachdem die hellen Kugeln mit Körnchenhaufen sich durch Theilung vermehrt haben, gelangen sie in die Samenblase . . . . . . Von irgend einem Punkte des Körnchenhaufens erhebt sich ein kleiner gewölbter Vorsprung, der allmählig zu einem fingerförmig gestalteten Körper heranwächst . . . . Sehr bald löst sich die Kugel auf, so dass der Körnchenhaufen mit dem darauf sitzenden fingerförmigen Körper frei wird . . . . Endlich findet man lose fingerförmige Körperchen, welche den Körnchenhaufen nicht mehr anhaften. Es haben dieselben die grösste Aehnlichkeit mit den fingerhutförmigen Körperchen, die in den weiblichen Genitalien gefunden werden. Nur sind sie etwas länger . . . . . Gesetzt ein kleiner Theil des fingerförmigen Körpers nehme eine flockige Beschaffenheit an, so wird es nicht mehr möglich sein, denselben von einem fingerhutförmigen Körperchen zu unterscheiden.« Durch diese Beschreibung *Claparède's*, die ich geglaubt habe hier anführen zu müssen, ist ein neuer, gewichtiger Irrthum in die Entwicklung der Geschlechtsprodukte der Nematoden eingeführt worden. Ich freue mich ungemein, durch meine gleichzeitigen Beobachtungen schon diesen Irrthum sogleich aufdecken zu können. Es wird nämlich dem Leser bereits klar sein, dass *Claparède* gar nicht die Entwicklung der Samenkörperchen, sondern die Entwicklung der bei der Theilung der körnigen Kugeln auftretenden Anhängsel und das Zerfallen der Tochterkugeln-Häuflein beschreibt; seine fingerförmigen Körper sind nichts Anderes als die auch ihrer Bedeutung nach uns schon bekannten Anhängsel. Ich hatte vorhin hervorgehoben, dass *Claparède* jene Entwicklung der Samenkörperchen bei der Asc. suilla beobachtet haben will, weil ich glaube, aus allen Angaben *Claparède's* über Asc. suilla entnehmen zu können, dass zwischen ihr und der Asc. megalocephala in der Entwicklung der Geschlechtsprodukte durchaus kein Unterschied existirt. Von der letzteren ist aber schon oben erwähnt worden, dass sie am geeignetsten zur Beobachtung des zweiten Stadiums des Theilungsprozesses ist, weil die auf dieser Stufe stehenden Bildungen gerade bei ihr auf einer so langen Strecke der Geschlechtsröhre sich finden, dass es fast unmöglich ist, sie zu übersehen. So hat denn auch *Claparède* diese Bildungen gesehen, allein, vielleicht durch zu geringe Sorgfalt bei der Beobachtung, vielleicht auch durch eine vorgefasste Meinung, weder ihren Zusammenhang erkannt noch ihre Bedeutung enträthselt. Und doch führt er selbst eine Beobachtung an, die ihn hätte aufmerksam machen müssen. Er hat nämlich nicht selten Körnchenhaufen gefunden, die zwei bis vier fingerförmige Körper trugen; möglicher Weise, meint er, kämen solche Gruppen dadurch zu Stande, dass mehrere Körnchenhaufen an einander kleben und gleichsam verschmelzen, doch hat er nie bemerken kön-

1) a. a O. S. 115. 6.

Digitized by Google

nen, dass die mehrere fingerförmige Körperchen tragenden Körnchenhaufen grösser gewesen seien als diejenigen, die mit einem einzigen versehen waren. — Es ist nicht nöthig, dass wir länger hierbei verweilen. Nur wollen wir noch bemerken, wie einfach nach *Claparède* die Bildung der reifen Samenkörperchen vor sich geht. Aller dieser vielen Formen, deretwegen *Bischoff* einerseits, *Nelson*, *Meissner* und *Thomson* andererseits so eifrig gestritten haben, ob sie als regressive oder progressive Metamorphose der Samenkörperchen anzusehen sind, geschieht bei *Claparède* keine Erwähnung. Und doch ist es ganz unmöglich, auch nur ein befruchtetes Weibchen zu untersuchen, ohne diese Formen sehr zahlreich neben den meist sogar weniger häufigen fingerhutförmigen Körperchen zu finden. *Claparède* nimmt an, dass ein Theil seines fingerförmigen Körpers (unseres Anhängsels) flockig wird, und das reife fingerhutförmige Samenkörperchen ist entstanden. Ob aber das Flockigwerden überhaupt stattfindet und wie es vor sich geht, darüber hat *Claparède* keine Beobachtungen, und so hat er, vorausgesetzt selbst, dass seine Ansicht nicht ganz irrig wäre, eine, wie mir scheint, noch grössere Lücke gelassen, als diejenige war, welche er auszufüllen vorhatte.

Wir gehen jetzt daran, die Fortbildung der Entwicklungszellen, so weit sie im Männchen vor sich geht, zu verfolgen. Ich muss noch einmal wiederholen, dass die Formen, welche wir jetzt beschreiben werden, nie in Thieren angetroffen werden, deren Vas deferens und Samenblase leer sind. Es ist aber nach meinen Erfahrungen nur nöthig, eine grössere Anzahl von Askariden zu untersuchen, um unter ihnen ganz gewiss einige zu finden, bei denen die unteren Partieen des Geschlechtsschlauchs von Inhalt erfüllt sind.

Die Entwicklungszellen der Samenkörperchen, wie wir sie oben verlassen haben, bestanden aus einem Kerne, der sich äusserlich nur durch das hellere Centrum der Körperchen zu erkennen giebt, mit einem dunkelen runden Kernkörperchen, aus einer zähen, unregelmässig körnigen, den Kern einschliessenden Masse, endlich aus einer die letztere wiederum eng umgebenden Zellmembran (fig. 18). Sie sind vollkommen rund und finden sich gewöhnlich sehr zahlreich im ersten Drittheile des Vas deferens. Die zähe körnige Masse, die bisher eine breite Schicht um den Kern gebildet hat, wird allmählich immer schmaler, das helle Centrum, der Kern, nimmt mehr und mehr an Grösse zu (fig. 19), bis endlich nur noch eine feine Schicht von Körnchen zwischen dem Kern und der Zellmembran übrig geblieben ist. Jetzt geht mit dem Kerne, der bisher ein mit flüssigem Inhalte prall erfülltes Bläschen war, eine bedeutende Veränderung vor sich: er verdichtet sich und zwar zur Form einer hohlen Halbkugel, wobei sein Lichtbrechungsvermögen sehr zunimmt. Gleichzeitig ist auch die letzte schmale Schicht von Körnchen zwischen dem Kerne und der Zellmembran verschwunden; wir finden hingegen nun die Höhlung des Kerns mit feinkörniger Masse, unter welcher das Kernkörperchen

scharf hervortritt, erfüllt, ausserdem aber noch eine Reihe ganz regelmässig im Kreise neben einander gelagerter grösserer Körnchen, welche gerade dem freien Rande des Kerns aufliegen. Es versteht sich von selbst, dass durch die letzteren Körnchen bei der einen Lage der Zelle, wie sie in fig. 20 A gezeichnet ist, die Erkenntniss des Kerns sehr erschwert wird; doch bemerkt man bei genauem Zusehen am innern Rande des Körnchen-Kranzes den scharfen Kontour eines mit dem äusseren Umfange der Zelle konzentrischen Kreises, und der Streifen zwischen den beiden konzentrischen Kreisen fällt durch seine starke Lichtbrechung dem schwächer brechenden mittleren Theile der Zelle gegenüber auf. Ueber diese Verhältnisse erlangen wir mehr Klarheit bei der Seitenansicht der Zelle (fig. 20 B). Hier erscheint das Körperchen auf dem Durchschnitte nicht mehr, wie auf den früheren Entwicklungsstufen, als vollkommener Kreis, sondern halbkreisförmig. Am ganzen gekrümmten Rande des Körperchens ist jetzt der starkbrechende Streifen frei sichtbar, kurz vor dem geraden Rande des Körperchens bricht er hart ab, und zwischen ihm und dem geraden Rande erscheinen die Körnchen, die wir bei der vorigen Ansicht den Kranz bilden sahen; von der Lagerung der Körnchen im Kreise kann man sich auch hier durch Veränderung des Fokus überzeugen. Der gerade Rand des Körperchens zeigt einen einfachen Kontour. Dieser rührt von der Zellmembran her, die nur am geraden Rande, wo der starkbrechende Kern nicht vorhanden ist, zur Ansicht kommt, während sie im übrigen Umfange des Körperchens dem Kern so eng anliegt, dass ihr Kontour mit dem äusseren Kontour des Kerns zusammenfällt. Die nächste Veränderung, welche mit diesen halbkugeligen Zellen vor sich geht, besteht darin, dass der Kranz der grösseren Körnchen verschwindet (fig. 21 A. B). Jetzt liegen die beschriebenen Verhältnisse des Kerns, der Zellmembran und des körnigen Inhalts des Kerns klar zu Tage, und man kann durch die Beobachtung dieser Zellen über die etwa noch dunkeln Punkte in der Beschaffenheit der vorhergehenden Bildungsstufe sich Licht verschaffen. Die Entwicklungszelle der Samenkörperchen besteht also jetzt aus einem soliden, starkbrechenden Kern von der Form einer hohlen Halbkugel oder einer englischen Mütze mit einem Kernkörperchen, das unter einer feinkörnigen, flockigen Masse in der Höhlung des Kernes liegt, und einer durch den Kern in Spannung versetzten, daher nur an seinem offenen Ende zur Ansicht kommenden Zellmembran.

Die halbkugeligen Körperchen finden sich zahlreich in der Samenblase geschlechtsreifer Männchen, die sich nicht kurz zuvor begattet haben, und sind hier auch von *Thomson* beobachtet worden. Sie kommen aber ausserdem auch sehr zahlreich im Uterus und in der Vagina der begatteten Weibchen vor. Da man nun überdies noch die vorhergehenden Entwicklungsstufen der Samenkörperchen im Weibchen meist antrifft[1]), so

1) Die viel früheren körnigen Bildungen, die eben frei gewordenen Tochterzellen,

Digitized by Google

muss, wenn wir später sehen werden, dass aus den halbkugeligen Zellen die von *Nelson* und *Meissner* als reife Samenkörperchen beschriebenen Gebilde hervorgehen, jeder Zweifel daran aufhören, dass diese Gebilde wirklich von den im Hoden des Männchen sichtbaren Körperchen abstammen. — Ich kann es hier nicht unterlassen, vor der Anwendung der von *Nelson* angegebenen Methode, die Geschlechtstheile herauszuschaffen, in dem Falle zu warnen, wenn man die letzten Entwicklungsstufen der Samenkörperchen im Männchen beobachten will. Es wird auf diese Weise gewöhnlich ein grosser Theil des Inhalts der Samenblase entleert, und man gelangt bei der späteren Untersuchung zu keinem genügenden Resultate. Man thut deshalb gut daran, am frischen Thiere durch Präparation mit Nadeln die Samenblase freizulegen und diese vorsichtig dann zu öffnen, oder auf einem kleinen Raume das Schwanzende des Thieres allein auszupressen und dann den herausgedrängten Inhalt zu untersuchen; man kann hier, vorausgesetzt eben, dass die letzten Partieen des Geschlechtsapparats nicht leer sind, sicher sein, die beschriebenen Formen aufzufinden.

Es dürfte hier noch folgende Bemerkung über die bisher ganz vernachlässigte Struktur der Samenblase am Orte sein. Die Innenseite der homogenen, die Wandung der Samenblase bildenden Membran ist mit wulstigen, in das Lumen der Röhre hineinragenden Zellen besetzt, welche einen dunkelkörnigen Inhalt mit deutlichem Kern und einem oder gewöhnlich mehreren Kernkörperchen besitzen. Diese Struktur der Samenblase findet sich ausser bei Asc. mystax, Asc. marginata und Asc. megalocephala noch bei Asc. acuminata und Strongylus auricularis; bei den beiden letzten Thieren sind sie schon von *Reichert*[1]) aufgefunden, wenngleich ihrer Bedeutung nach nicht sicher erkannt worden. Wahrscheinlich secerniren diese Zellen eine homogene Flüssigkeit, die, wenn sie auch für die Befruchtung selbst von keiner Bedeutung ist, doch die Hinüberschaffung der morphologischen Samengebilde in das Weibchen jedenfalls erleichtern wird. Das durch unsere Beobachtung sehr wahrscheinlich gemachte Vorhandensein einer Samenflüssigkeit bei den Nematoden lässt den Samen dieser Würmer dem Samen der anderen Thiere analog erscheinen.

Wir verlassen jetzt das Männchen, um nur noch einmal bei einer Beobachtung auf dasselbe zurückzukommen. Es ist längst bekannt, dass die Samenkörperchen der Nematoden erst im Weibchen ihre volle Reife erlangen. Die Veränderungen, welche die Entwicklungszellen der Samenkörperchen im Weibchen noch erleiden, bis das reife Samenkörperchen aus ihnen hervorgeht, sind schon von *Nelson* und *Meissner* ausführlich

welche *Nelson* und *Meissner* immer im Weibchen angetroffen haben wollen, sind mir nur höchst selten dort begegnet.

1) a. a. O. S. 95. 6. — Taf. VI fig. 1e. —

beschrieben worden. Auch von *Thomson* sind Angaben hierüber vorhanden, und ihnen kann ich am ehesten beipflichten. Ich halte es für zweckmässig, auf die Fragen, welche hierbei ihre Erledigung verlangen, erst dann einzugehen, wenn ich die endliche Entwicklung der Samenkörperchen, wie sie sich mir dargeboten hat, durchgeführt habe, um so mehr als dies Letztere mit wenigen Worten wird geschehen können.

Die Veränderungen der Entwicklungszellen in der Vagina und im Uterus betreffen ausschliesslich den Kern. Er giebt oft bei seinem allmählichen Wachsen die Halbkugelform, welche er ursprünglich besitzt, auf und nimmt verschiedene Gestalten an. Die Zellmembran passt sich, so lange es geht, der Form des Kerns an, doch muss dieser, wenn er sehr wächst und die Zellmembran nicht mehr seiner Form angemessen ausdehnen kann, seine gestreckte Lage aufgeben und sich krümmen. Die Krümmung des Kerns ist gewöhnlich so bedeutend, dass sein offenes Ende an sein geschlossenes stösst. Hierdurch wird in den meisten Fällen, wie sich von selbst versteht, die Erkenntniss der wahren Form des Kerns erschwert, wo nicht unmöglich gemacht, und man kann erst aus dem folgenden, sogleich zu beschreibenden Stadium schliessen, welche verschiedenen Formen der Kern auf diesem Stadium besass (fig. 22).

Wir sind jetzt zur letzten Veränderung der Entwicklungszelle gelangt, die in dem Zugrundegehen der Zellmembran, wahrscheinlich durch Platzen derselben, besteht. Der Kern wird hierdurch frei, streckt sich, wenn er vorher gekrümmt war, und stellt das reife Samenkörperchen vor. Die reifen Samenkörperchen (fig. 23), die also eine Zellmembran nicht mehr besitzen, findet man in der Regel sehr zahlreich im Ovidukt des geschwängerten Weibchens und zwar von der verschiedensten Gestalt, von der Halbkugel- bis zur Probirgläschen-Form.[1]) Sie brechen stark das Licht und zeigen doppelte Kontouren; ihre Höhlung ist von einer feinkörnigen Substanz erfüllt, die auch ein Häuflein, eine konvexe Kuppe, am offenen Ende des Körperchens bildet; in der Kuppe markirt sich scharf ein grösseres dunkeles Körnchen, das Kernkörperchen.

Die Beobachter, welche in den eben beschriebenen Gebilden die reifen Samenkörperchen erkannt haben, stimmen bis auf *Meissner* hinsichts ihrer Beschaffenheit in ihren Ansichten überein. *Meissner*[2]) hingegen lässt die geplatzte Zellmembran nach Art einer Mütze über dem glocken-

1) Die feineren Form-Unterschiede der Samenkörperchen unserer drei Askariden sind schon von *Meissner* (a. a. O.) angemerkt worden. — Eine Bemerkung scheint aber noch zu verdienen, da es nach manchen Angaben der früheren Autoren anders erscheinen könnte, dass, wenngleich die Körperchen von Handschuhfinger- oder Probirgläschen-Form unbedingt die am weitesten ausgebildeten Samenkörperchen sind, doch die von ihrer Zellmembran befreiten halbkugeligen Gebilde und die Uebergangsstufen bis zu der ersterwähnten Form als reife Samenkörperchen sämmtlich gleichwerthig anzusehen sind.

2) a. a. O. S. 215.

Digitized by Google

förmigen geschlossenen Theile des Samenkörperchens sitzen bleiben und nur den dickeren und flockigen Theil des letzteren frei zu Tage treten. Der Irrthum *Meissner's* erhellt gerade aus den Abbildungen schon, die er seiner Beschreibung beigefügt hat, aus seinen Figuren 2e. f u. 6. Der äussere schwache Kontour, den wir in diesen Figuren den inneren stärkeren Kontour umgeben sehen, ist nach ihm der Ausdruck der verbleibenden Zellmembran, der innere starke Kontour soll den Kern der früheren Zelle bezeichnen. Allein *Meissner* giebt selbst zu, dass der Kern der Entwicklungszellen doppelte Kontouren besitzt, ja er hat sogar in einigen Zellen seiner fig. 2 den Kern mit doppelten Kontouren gezeichnet; wie sollte es nun kommen, dass in den reifen Samenkörperchen nach dem Platzen der Zellmembran der Kern nur einen einfachen Kontour zeigte! Uebrigens lehrt schon die allererste und einfachste Betrachtung der noch von der Zellmembran umschlossenen Kerne und der reifen Samenkörperchen, dass diese mit jenen ganz identisch sind und dass eben bei den letzteren keine Spur von der Zellmembran mehr vorhanden ist. Die Annahme liegt nahe, dass *Meissner* das Verbleiben der Zellmembran zu Gunsten seiner Ansicht[1]) vom Anhaften der Samenkörperchen an die Mikropyle der Eier behauptet hat.

Wir hatten oben kurz nach dem Beginne unserer Beschreibung der Samenkörperchen-Entwicklung eine Frage offen gelassen. *Meissner*, *Bischoff* und *Claparède* lassen den von der körnigen Masse umhüllten bläschenartigen Kern im Hoden noch vor dem gegen Ende desselben stattfindenden Theilungsprozesse verschwinden, untergehen; ich habe behauptet, dass das Kern-Bläschen persistirt. Die Frage konnte vorhin unwesentlich erscheinen, sie hat aber jetzt grosse Bedeutung erlangt, wo wir aus dem bläschenartigen Kerne unmittelbar das reife Samenkörperchen haben hervorgehen sehen. Wir müssen zur Erörterung der Frage auf sehr frühe Entwicklungsstufen zurückgehen. — Die ursprünglichen gekernten Zellen werden, nachdem sie sich im Anfange des Hodens vermehrt haben, im zweiten Stücke desselben von der körnigen Bindemasse umhüllt und so zu den Kernen der neu entstehenden körnigen Körperchen. So lange die Körnchenzahl in der Bindemasse noch nicht sehr gross ist, erkennt man den Kontour des Kerns deutlich durch dieselbe hindurch; ist die Masse aber dunkler geworden, so zeigt im unversehrten Zustande der Körperchen nur noch ihr helleres Centrum das Vorhandensein des Kerns an. Ein solches helles Centrum besitzen nun die ohngefähr in der Mitte der zweiten Partie des Hodens befindlichen Körperchen in der Regel, und bei ihnen ist der Kern auch allgemein anerkannt worden. Später wird aber das helle Centrum undeutlich, und jetzt soll nach den genannten Beobachtern der Kern zu Grunde gegangen sein. Allerdings muss ich zugestehen, dass manchmal, nicht immer, auf einer kurzen Strecke des

1) a. a. O. S. 224. 7.

Digitized by Google

Hodens bis zu den zur Theilung sich anschickenden Körperchen im unversehrten Zustande der Kern sich gar nicht kundgiebt (fig. 10 B). Allein ich glaube, dass man keineswegs berechtigt ist, hieraus allein, wie es geschehen ist, auf seinen Untergang zu schliessen. Gar nicht selten habe ich bei der Asc. mystax theils unter Anwendung von Druck, theils selbst ohne diesen das helle Centrum bis zu den strahligen Körperchen verfolgen können (fig 10 A). Dies gelingt unter Anwendung von Druck sogar stets bei der Asc. marginata und der Asc. megalocephala, bei welchen die körnige Umhüllungsmasse gegenüber der eigenthümlichen Blässe derselben bei der Asc. mystax ganz dunkel erscheint. In den Zellen, deren Körnchen sich strahlig angeordnet haben (fig. 11) geben die Beobachter sämmtlich ein helles Centrum zu. Nichts ist natürlicher, als dass man dieses helle Centrum wiederum als den Ausdruck des Vorhandenseins des Kerns ansieht. Doch *Meissner* sagt geradezu,[1]) ein Kern liege nicht in diesem Centrum, ohne für seine Behauptung Gründe anzuführen. Was bedeutet nun nach *Meissner* das helle Centrum? Er selbst giebt es zwar nicht an, doch können wir nicht irren, da seine Ansicht nur e i n e Möglichkeit zulässt: das helle Centrum sei nämlich solid und werde von der körnigen Masse gebildet, deren Körnchen aber hier mehr zerstreut und in geringerer Zahl als an der Peripherie sich befänden. Hätte *Meissner* nur einmal die Erscheinungen beobachtet, welche sich beim Pressen dieser Zellen darbieten, er wäre gewiss anderen Sinnes geworden. Bei schwachem Drucke wird das helle Centrum noch deutlicher als zuvor als runder Fleck erkennbar: bei starkem Drucke platzt das Körperchen an e i n e r Stelle, man sieht, dass es im Innern hohl ist und dass nur eine etwas dickere Schicht von Körnchen an der Peripherie des Körperchens gelegen ist (s. auch o. S. 383 f.). Das hatten wir natürlich nicht erwarten dürfen, dass es uns gelingen würde, den Kern herauszudrücken, da dieser, ein mit Flüssigkeit prall erfülltes Bläschen, durch den Druck gewiss eher platzt, als in der zähen Körnchenmasse ein Riss entsteht. Doch wird man mir zugeben, dass der Hohlraum, der uns im Centrum des gepressten Körperchens aufstösst, für die Anwesenheit eines bläschenartigen Kerns im unversehrten Körperchen deutlich genug spricht. Ueberdies gelingt es oft durch Behandlung der frischen Körperchen mit Essigsäure den Kontour des Kerns sichtbar zu machen. In den zunächst folgenden Entwicklungsstufen ist das helle Centrum überall sichtbar, also kein Grund vorhanden, die Fortexistenz des Kerns zu läugnen. Hier verdient aber noch Folgendes Beachtung. In den sich vermehrenden strahligen Zellen gegen Ende des Hodens haben wir der Theilung der Körnchenmasse immer erst eine Vermehrung des hellen Centrum vorhergehen sehen. Entspricht diese Beobachtung mehr unserer Ansicht von der Bedeutung des hellen Centrum oder derjenigen *Meissner's*? Die Antwort kann wohl nicht zweifel-

1) a. a. O. S. 209.

haft sein. Ich für meine Person wenigstens muss gestehen, nach *Meissner's* Ansicht mir keinen rechten Begriff von dem Vorgange machen zu können: wohl aber ist es sehr natürlich und den an vielen anderen Orten beobachteten Vermehrungsweisen der Zellen entsprechend, wenn hier der Theilung des Zelleninhalts eine Theilung des Kerns vorhergeht (oder, wie es vielleicht richtiger gesagt wäre, die erstere Theilung durch die letztere hervorgerufen wird).

Ich erinnere hier an die Beobachtungen *Reichert's* (a. a. O.) bei Strongylus auricularis und Ascaris acuminata. Diese Thiere sind auch von uns hinsichts ihrer Samenkörperchen-Entwicklung untersucht worden, sollen jedoch heute aus anderen Gründen (s. u.) nicht besprochen werden. Nur will ich bemerken, dass die Entwicklung der Samenkörperchen dieser Thiere im Wesentlichen mit derjenigen unserer grössten Nematoden vollkommen übereinstimmt. *Reichert*, der zuerst bei ihnen den Theilungsprozess der körnigen Zellen am Ende des Hodens beobachtet hat, lässt den ursprünglichen Kern noch in den zur Theilung sich anschickenden Körperchen vorhanden sein und giebt an, dass er in dem hellen Centrum der Tochterzellen wiederum ein rundes, vollkommen durchsichtiges Körperchen von dem mikroskopischen Ansehen und Beschaffenheit der Kerne der Furchungskugeln mit Sicherheit aufgefunden hat. Ich kann *Reichert* beistimmen und glaube überhaupt auch noch die Ascaris acuminata und den Strongylus auricularis denjenigen empfehlen zu müssen, die sich etwa bei unseren grösseren Askariden von der Persistenz des Kerns nicht sollten überzeugen können.

Es gelingt also, den bläschenartigen Kern bei unseren Askariden bis zu den Zellen zu verfolgen, in welchen zwischen ihm und der Zellmembran nur noch eine dünne Schicht von Körnchen sich befindet. Dieser Entwicklungsstufe zunächst folgen Zellen, die einen soliden Kern von der Gestalt einer hohlen Halbkugel und Körnchen im Innern und auf dem freien Rande desselben zeigen. Dass dieser solide Kern nichts Anderes ist als der veränderte bläschenartige Kern, daran dürfte, glaube ich, nach dem Vorausgeschickten wohl Niemand mehr zweifeln, um so mehr als uns eine Verdichtung des bläschenartigen Kerns auch bei der Entwicklung der Samenkörperchen so vieler anderer Thiere aufstösst. Ich bin überzeugt, hätte *Meissner* so wie wir die halbkugeligen Zellen beobachtet, er wäre gewiss nicht dazu gekommen, den Untergang des ursprünglichen Zellenkerns zu behaupten und die Samenkörperchen mit *Nelson* durch Verdichtung eines Theils der körnigen Masse entstehen zu lassen. Auf die von *Nelson* und *Meissner* angegebene Bildungsweise der Samenkörperchen weiter einzugehen, halte ich jetzt für unnöthig. — Mit der hier ausgesprochenen Ansicht vom Kern stimmt, wenn ich nicht irre, *Thomson* überein. Wenigstens thut er des Untergangs des bläschenartigen Kerns im Hoden nirgends Erwähnung, vielmehr scheint auch er zu glauben, wenngleich er dies nicht geradezu ausspricht, dass durch die Ver-

Digitized by Google

dichtung des persistirenden bläschenartigen Kerns das reife Samenkörperchen entsteht.

Auf dem Gebiete, das wir hier behandeln, haben die sogenannten Sarkode-Erscheinungen eine grosse Rolle gespielt. Ein sorgfältiges Studium dieser Erscheinungen, dass einen grossen Aufwand von Thieren erforderte und viele Zeit und Mühe in Anspruch nahm, hat mich gelehrt, dass sie ganz gesetzmässig unter denselben Verhältnissen auch vollkommen gleich auftreten. *Bischoff* hat, wie sich aus meinen Beobachtungen ergab, das Auftreten der Sarkodeblase in allen Einzelheiten ganz richtig verfolgt. Durch die Sarkode-Erscheinungen lassen sich mehrere wichtige Fragen, vornehmlich die der An- oder Abwesenheit der Zellmembran zur Entscheidung bringen. Hierfür genügt es aber nicht, die Entstehung der Sarkodeblase verfolgt zu haben (denn diese ist immer eine und dieselbe), sondern die Rückbildung der Blase muss beobachtet werden. Das Letztere hat *Bischoff* verabsäumt und so mehrmals unrichtige Behauptungen aufgestellt. Geflissentlich habe ich es bisher vermieden, die Sarkode-Erscheinungen anzuführen. *Bischoff* hat bereits genügend vor den Irrthümern gewarnt, die durch sie hervorgerufen werden können, und ich hatte deshalb nicht nöthig, an den einzelnen Stellen unserer Beschreibung darauf aufmerksam zu machen. Andererseits halte ich es für gerathen, wo man irgend andere Stützen für seine Behauptungen beibringen kann, die Sarkode-Erscheinungen aus dem Spiele zu lassen. Bisher ist es uns überall gelungen, Beweise für unsere Ansichten zu finden, ohne die Sarkode-Erscheinungen in Anspruch zu nehmen. Jetzt sind wir aber zur Besprechung eines Punktes gelangt, wo wir jene Erscheinungen nicht mehr übergehen können. *Nelson* und *Meissner* lassen nämlich die Kerne, aus welchen die Samenkörperchen sich hervorbilden, wandständig in grossen, bläschenartigen, runden Zellen liegen, während wir oben angegeben haben, dass die Zellmembran den Kern eng umgiebt, ja sogar in Spannung durch ihn versetzt ist. Die Ansicht jener Autoren ist durch Nichtbeachtung des Austreibens der Sarkodeblase aus der feinkörnigen Masse des Kerns hervorgerufen. Was *Bischoff* gegen sie beibringt,[1]) ist durchaus richtig: die Blase sitzt immer an dem offenen Ende des Kerns, weil sie aus diesem hervorgetrieben ist; bei vielen Lagen des Körperchens aber kann es scheinen, als läge der Kern in der grossen Zelle. Es ist unbedingt nothwendig, die Körperchen ganz frisch zu untersuchen, um die Verhältnisse richtig, wie wir sie beschrieben haben, zu erkennen.[2])

Wie ich hierin mit *Bischoff* übereinstimme, so muss ich mich auf das Entschiedenste dagegen aussprechen, dass *Bischoff* die Körperchen im

1) a. a O. S. 401.

2) Die Angabe *Thomson's* (a. a. O. S. 480) [der sonst übrigens unserer Ansicht ist], dass das Auftreten der Sarkodeblase eine Erscheinung sei, die bis zu einem gewissen Grade manchmal auch an Samenkörperchen gefunden werde, die mit keinen schädlichen Flüssigkeiten in Berührung kamen, kann ich nicht bestätigen.

Uterus und in der Vagina keine Zellmembran besitzen lässt. Die Körperchen aus dem Ovidukt einerseits, die aus dem Uterus und der Vagina andererseits treiben aus dem flockigen Ende auf die nämliche Weise eine Sarkodeblase aus; man beobachte nun bei beiden Arten die Rückbildung der Blase. Das eine Mal — und dies ist bei den Körperchen aus dem Uterus und der Vagina der Fall — platzt die Blase plötzlich und verschwindet dann sogleich, oder sie bildet sich ganz allmählich zurück. Der Inhalt der Blase wird nämlich immer dunkeler, sein Lichtbrechungsvermögen wird immer schwächer; gleichzeitig nimmt die Blase an Umfang ab. Anfangs geschieht dies, ohne dass eine Aenderung in dem geraden scharfen Kontour der Blase eintritt, plötzlich aber erscheint diese an einer Stelle wie gebrochen oder gefaltet, bald treten mehrere solche Stellen auf, der Kontour der Blase schrumpft immer mehr ein, und man sieht diese schliesslich zusammengefallen, unregelmässig dem Kern anliegen.[1]) Das andere Mal — bei den Körperchen aus dem Ovidukt — geht die Sarkodeblase auf ganz andere Weise zu Grunde. Auch hier wird der Inhalt der Blase immer dunkeler und nimmt an Lichtbrechungsvermögen ab, allein der Kontour der Blase wird nicht so, wie dort, verändert, sondern verliert nur mehr und mehr an Schärfe, wird ganz matt und verschwindet endlich plötzlich, wenn der Inhalt der Blase von der Zusatzflüssigkeit sich nicht mehr unterscheidet; von der früheren Blase ist dann keine Spur mehr aufzufinden. Wir haben so die beiden Hauptverschiedenheiten kennen gelernt, welche sich hinsichts der Rückbildung der Sarkodeblase finden; aus ihrem Gegensatze geht auf das Sicherste ihre Deutung hervor: die Körperchen aus dem Uterus und der Vagina besitzen eine Zellmembran, nicht aber die aus dem Ovidukt. — Bei der Behandlung dieser Frage sind auch die wesentlichsten Momente der Sarkode-Erscheinungen erörtert worden, so dass wir diese nicht noch speziell zu behandeln brauchen; nach obigem Beispiele wird man auf Grund der Sarkode-Erscheinungen immer mit Sicherheit entscheiden können, ob ein Körperchen eine Zellmembran besitzt oder nicht. —

Das Vorstehende hat gezeigt, dass die von *Nelson* und *Meissner* für die Samenkörperchen unserer Nematoden angesehenen Gebilde im Ovidukt des Weibchens in der That die reifen Samenkörperchen sind; wir haben die Identität der Entwicklungsstufen derselben in den unteren Partieen der Geschlechtsorgane des Männchens und des Weibchens fest-

1) Da *Bischoff* einmal (Widerlegung etc. S. 23) das Ansehen einer zusammengefallenen Zelle für eine Erscheinung der fortschreitenden Bildung der Sarkodeblase erklärt, so muss ich es noch hervorheben, dass unsere Erscheinung hier der Rückbildung der Blase angehört und immer erst beobachtet worden ist, wenn die Sarkodeblase das Maximum ihrer Ausbildung erreicht hatte und dann zusammenschrumpfte. — Das naturgemässe Platzen der Entwicklungszellen, welches *Meissner* (a. a. O. S. 215) oft unter dem Mikroskope beobachtet haben will, ist gewiss mit dem hier beschriebenen Platzen der Sarkode-Zellen identisch.

Digitized by Google

gestellt, wir haben die Entwicklung der Geschlechtsprodukte des Männchens von den allerersten Gebilden des Hodens Schritt für Schritt bis zu den reifen Samenkörperchen verfolgt. Wir haben somit die eine Hauptaufgabe, welche uns für den Fall gestellt war, dass wir uns gegen *Bischoff's* Ansicht, die Samenkörperchen *Nelson's* seien Epitelialgebilde des Ovidukts, aussprechen mussten, bereits gelöst. Die zweite Aufgabe liegt vor uns, die Bedeutung der Gebilde aufzufinden, in welchen *Bischoff* die wahren Samenkörperchen vermuthet hat.

Es sind dies zunächst die runden, starkbrechenden, homogenen Körperchen, welche konstant in dem Vas deferens und der Samenblase des Männchens einerseits, in der Vagina und im Uterus des Weibchens andererseits unter dem übrigen Inhalte dieser Theile zerstreut sichtbar sind. Wir haben uns oben schon längere Zeit mit ihnen beschäftigt und dort auch ihre Entstehung und Bedeutung erkannt, es sind die beim Theilungsprozess gegen Ende des Hodens entstandenen Anhängsel der Tochterkugeln, die später einer regressiven Metamorphose anheimgefallen sind. Durch die Begattung gelangen sie mit den Entwicklungszellen in das Weibchen.

Von der zweiten Art von Körperchen, in welchen *Bischoff* die wahren Samenkörperchen vielleicht gefunden zu haben glaubte,[1]) ist bisher noch gar nicht die Rede gewesen, weil sie nicht nur nicht konstant, sondern sogar sehr selten in den Askariden angetroffen werden.[2]) Sie begegneten mir zuerst in einer Anzahl Askariden, welche am 4. November 1856 in dem Dünndarm einer alten Katze gefunden waren. Die Thiere waren bei weitem nicht so lang und so dick, wie ich sie sonst gesehen hatte; die Weibchen maassen $2\frac{1}{4}$—$2\frac{3}{4}$ Zoll, die Männchen durchschnittlich $1\frac{3}{4}$ Zoll. Als ich zuerst ein Männchen untersuchte, strömten aus der eröffneten Samenblase eine ungeheure Menge kleiner ovaler Körperchen (fig. 27) heraus. Die Körperchen waren nicht gleich gross; ihre Länge schwankte zwischen 0.0059^{mm} und 0.0042^{mm}, ihre Breite zwischen 0.0017^{mm} und 0.0021^{mm}. Ihre Kontouren waren sehr scharf und dunkel, sie brachen stark das Licht und liessen in ihrem homogenen Innern hin und wieder nur einen dunkelen Flecken in der Mitte erkennen, den ich aber, da er keine bestimmten Kontouren darbot, nicht als Kern ansprechen mochte. Die von *Bischoff* gegebene Beschreibung der ovalen Körperchen, welche er im März 1854 in Askariden gefunden hatte, passte ganz genau auf unsere Körperchen, so dass ich hier auf *Bischoff's* Angaben verweisen kann. Nur konnte ich mich zu *Bischoff's* Deutung in einem Punkte nicht verstehen: die beiden konzentrischen, verschieden hellen Kreise, welche an den auf einem ihrer Pole stehenden Körperchen (fig. 27 a) sichtbar waren, schienen mir keineswegs der Ausdruck einer napfförmigen Ver-

1) Diese Zeitschr. Bd. VI. S. 402—5.

2) Die folgenden Beobachtungen sind von Herrn Geh. R. *Müller* der Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin in der Sitzung vom 17. Novbr. v. J. mitgetheilt worden. — Vergl. Vossische Zeitung. 27. Novbr. 1857.

tiefung an ihren Enden, sondern nur eine durch ihre elliptische Gestalt bedingte Erscheinung zu sein. Auch konnte ich die beiden helleren Kreise an den Enden der Körperchen bei der gewöhnlichen Lage derselben, welche *Bischoff* wiederum die napfförmigen Vertiefungen andeuten lässt, nicht auffinden. Die Behandlung der Körperchen mit Reagentien ergab dieselben Resultate, wie sie schon von *Bischoff* angemerkt worden waren.

Diese ovalen Körperchen fanden sich nun bei allen Männchen (ich hatte deren vier) in ungeheurer Menge in der Samenblase und im Vas deferens; ausser ihnen waren noch Tochterzellen mit strahliger oder unregelmässiger Lagerung der Körnchen und metamorphosirte Anhängsel, beide Bildungen jedoch nur sehr spärlich, sichtbar. Im Hoden waren die normalen, oben beschriebenen Gebilde vorhanden; die ovalen Körperchen zeigten sich in grösserer Menge nur im letzten Stücke des Hodens neben den sich vermehrenden Zellen und ihren Tochterzellen; unter dem weiter hinauf gegen das blinde Ende zu gelegenen Inhalte kamen sie nur vereinzelt hier und da vor, so dass der Verdacht nahe lag, sie wären vielleicht trotz aller Vorsicht auf irgend eine Weise bei der Präparation dorthin gekommen.

Auch in den Geschlechtsorganen von drei Weibchen, welche dieselbe Katze geliefert hatte, fand ich dieselben ovalen Körperchen mit ganz denselben Eigenschaften wieder. Ovidukt, Uterus und Vagina waren ausser einer geringen Anzahl von Eiern und einigen metamorphosirten Anhängseln ganz von ihnen erfüllt, aber auch im Eierstocke kamen sie, wenngleich weniger zahlreich, unter dem normalen Inhalte vor. Die von uns als die reifen Samenkörperchen erkannten Gebilde fanden sich in keiner Ascaris, selbst nicht in den geringsten Spuren. Die Eier in dem Uterus und der Vagina besassen kein Chorion, sondern nur eine zarte Dotterhaut; der Dotter dieser Eier sowohl wie derjenigen des Ovidukts war meist blasig und stand an einer oder mehreren Stellen weit von der Dotterhaut ab, kurz, diese Eier boten ganz das Ansehen unbefruchteter Eier dar.

Um mich noch sicherer zu überzeugen, dass die Eier in der Vagina und im Uterus nicht befruchtet waren, brachte ich ein viertes Weibchen aus derselben Katze in Spiritus; nach 14 Tagen wurde es untersucht, alle Verhältnisse waren bei ihm die nämlichen wie bei den anderen drei Weibchen, kein Ei zeigte eine weitere Entwicklung. Bei einem Weibchen aus einer anderen Katze hingegen, das nahezu die gleiche Zeit in demselben Spiritus gewesen war und, wie sich bei der Untersuchung ergab, unsere Samenkörperchen besass, fanden sich die Eier in der Vagina schon weit in der Furchung vorgerückt. — Ich war damals noch nicht zur völligen Gewissheit in Betreff der *Nelson*'schen Samenkörperchen gelangt, allein diese Beobachtungen schienen mir schon sicher zu beweisen, dass die ovalen Körperchen Nichts mit den wahren Samenkörperchen zu schaffen haben.

Indessen hatte ich mich noch bei der Untersuchung der ersteren

Digitized by Google

Thiere in allen möglichen Vermuthungen erschöpft, woher wohl die ovalen Körperchen stammen könnten. Wo nur irgend im Geschlechtsschlauche Körnchen an den Wänden oder im Inhalte vorkamen, wurden sie genau untersucht, weil ich an die Möglichkeit einer pathologischen Umbildung der runden Körnchen in ovale dachte; aber vergebens, die runden Körnchen waren überall ganz normal vorhanden. Die Untersuchung dieser Würmer gab keinen weiteren Aufschluss, die ovalen Körperchen blieben für mich ein Räthsel und wurden dies in noch viel höherem Grade, als ich später die Entwicklung der wahren Samenkörperchen, wie ich sie oben beschrieben, erkannt hatte. Da war ich so glücklich, am 14. März 1857 die Körperchen zum zweiten Male zu erhalten.

In einer an diesem Tage getödteten Katze traf ich drei Askariden an, von deren einer, einem nur 1½ Zoll langen, noch unreifen Weibchen, schon oben gesprochen worden ist. Die beiden anderen, Männchen, waren 2 resp. 2¼ Zoll lang und enthielten in ihren Geschlechtsorganen die ovalen Körperchen in ungeheurer Menge. Sie zeichneten sich aber vor den früher untersuchten Männchen dadurch aus, dass die ovalen Körperchen auch die Hoden der beiden Männchen bis zu ihrem blinden Ende hinauf erfüllten; neben ihnen waren die normalen Entwicklungsstufen der Samenkörperchen im Hoden, doch in bedeutend geringerer Zahl als gewöhnlich, vorhanden. Diese Beobachtung liess keinen Zweifel übrig, dass die ovalen Körperchen weder selbst die reifen Samenkörperchen wären noch in irgend einer Beziehung zu den letzteren ständen. Es kam nun noch hinzu, dass ich hier öfters im Innern ausnehmend langer ovaler Körperchen zwei dunkele Flecken bemerkte und, dadurch aufmerksam geworden, Theilungen der ovalen Körperchen ganz sicher beobachtete.

Nach allem Diesem musste ich die ovalen Körperchen für parasitische oder pathologische Bildungen halten, welche unter Umständen die Geschlechtskanäle der Ascd. mystaces erfüllen, und zwar entweder die der Männchen und der Weibchen gleichmässig oder die der ersteren allein, in welchem Falle sie durch die Begattung erst in das Weibchen übergeführt würden. Ich musste ferner nach meinen Beobachtungen behaupten, dass die ovalen Körperchen, wo sie in den Geschlechtskanälen der Männchen vorhanden sind, die Entwicklung der Samenkörperchen und dadurch mittelbar die Befruchtung und weitere Entwicklung der Eier verhindern.

Die Ansicht, welche ich so in Betreff der ovalen Körperchen gewonnen hatte, hat sich später als sehr richtig bewährt. *Frey* und *Lebert*[1]) fanden in den Seidenraupen, den Puppen und den Schmetterlingen, welche von der neuesten in Oberitalien herrschenden Krankheit afficirt waren, sowohl im Innern der Thiere wie auf verschiedenen Punkten ihrer Oberfläche eine zahllose Menge kleiner, einzelliger, pflanzlicher Elemente. Diese

1) Vierteljahrsschrift der naturf. Gesellschaft in Zürich. Erster Jahrgang. Heft IV. 1856. — Virchow's Archiv Bd. XII. 1857. S. 147 u. fgde.

parasitischenGebilde in der Seidenraupe etc. sind, ihrer Beschreibung nach zu schliessen, nicht nur ähnlich, sondern durchaus gleich denjenigen, welche ich bei einer Anzahl der Ascd. mystaces gefunden habe. Die Angaben von *Frey* und *Lebert* stimmen mit den meinigen in Betreff der Gestalt und Grösse der Körperchen auf das Genaueste überein. Nur in Betreff der Bewegung der Körperchen sind wir verschiedener Ansicht: *Frey* und *Lebert* halten sie nur für Molekular-Bewegung, ich musste meinen Beobachtungen nach *Bischoff* folgen, der eine eigenthümliche vibrirende Bewegung den Körperchen zuschreibt. Ich muss gestehen, auf diese Bewegung, die auch ich anfangs für Molekular-Bewegung hielt, erst dann aufmerksam geworden zu sein, als ich ein ovales Körperchen lange Zeit sich so hatte im Kreise herumdrehen sehen, dass sein einer Pol das Centrum, der andere die Peripherie des Kreises bildete. Durch Essigsäure hat schon *Bischoff* die vibrirende Bewegung aufgehoben werden sehen; ich kann der Essigsäure als in dieser Hinsicht ebenso wirkendes Reagens die Jodtinktur hinzufügen. Verglich ich ein mit Essigsäure behandeltes Präparat mit einem anderen, in welchem die Körperchen nur in Wasser suspendirt waren, so glaubte ich mich sicher davon überzeugen zu können, dass den Körperchen im unversehrten Zustande eine von der Molekular-Bewegung verschiedene Bewegung zukomme. Uebrigens liegt die Differenz zwischen *Bischoff* und mir einerseits und *Frey* und *Lebert* andererseits nur in der Deutung des Gesehenen. *Frey* und *Lebert* wollen nur eine Progressionsbewegung abwehren, und diese haben weder *Bischoff* noch ich für die Körperchen in Anspruch genommen; eine oscillirende Bewegung geben *Frey* und *Lebert* selbst zu. — Reagentien sind auf die Körperchen der Seidenraupe in ausgedehnterem Maassstabe angewandt worden, als auf die der Asc. mystax; Essigsäure und Jodtinktur ergaben bei beiden dieselben Resultate. Endlich, was gerade sehr hervorgehoben werden muss, sind Theilungen der ovalen Körperchen bei der Seidenraupe von *Frey* und *Lebert*, bei der Asc. mystax von mir beobachtet worden.[1])

Ich glaube demnach kein Bedenken tragen zu dürfen, anzunehmen, dass es ganz dieselben parasitischen Gebilde, Algen, sind, welche *Frey* und *Lebert* immer in den kranken Seidenraupen etc., *Bischoff* und ich manchmal in den Ascd. mystaces angetroffen haben. Ich bedauere es jetzt unendlich, die Geschlechtsorgane allein dieser Askariden untersucht zu haben, doch können wir nach den angeführten Beobachtungen es ganz bestimmt aussprechen, dass auch unsere Askariden krank waren; ihr Zeugungsvermögen war gehindert. So erhalten wir eine neue Uebereinstimmung, denn auch *Frey* und *Lebert* haben in den kranken Seidenraupen

1) Ich will noch bemerken, dass die von mir hin und wieder im Innern der Körperchen gesehenen dunkelen Flecken wohl identisch sein dürften mit den Hohlräumen von *Frey* und *Lebert*.

kein Organ speziell zerstört gefunden, wohl aber hat schon *Cornalia*[1]) beobachtet, dass die kranken Seiden-Schmetterlinge zeugungsunfähig sind und keine Brut geben.

Frey und *Lebert* haben die Frage offen lassen müssen, ob die ovalen Körperchen die Ursache der Krankheit sind, ob sie dieselbe hervorrufen oder nur begleiten. Unsere Beobachtungen, glaube ich, berechtigen uns dazu, bei der Asc. mystax die Parasiten für die Ursache der Krankheit anzusehen: wo wir die ovalen Körperchen antrafen, waren die normalen Bildungen in den Geschlechtsschläuchen in viel geringerer Zahl und weniger weit ausgebildet als gewöhnlich vorhanden. Es scheint aus den Beobachtungen hervorzugehen, dass die parasitischen Bildungen, indem sie sich sehr schnell und sehr stark vermehren, den für die Entwicklung der Geschlechtsprodukte nothwendigen Raum erfüllen und diese dadurch gleichsam mechanisch an ihrer Ausbildung verhindern.

Wir beschliessen diesen Theil unserer Mittheilung passend mit einigen Bemerkungen über die Bewegungsfähigkeit der Samenkörperchen der Nematoden. Die Entdeckung *Schneider's*[2]) ist kürzlich von *Claparède*[3]) und, wie wir durch diesen erfahren, auch von *G. Wagener* und *N. Lieberkühn* bestätigt worden. *Claparède's* Mittheilung bringt über diesen Gegenstand nichts Neues, ausser dass die Bewegungen der Samenkörperchen auch bei einer Ascaris (commutata Diesing?) aus dem Darme von Bufo cinereus von ihm beobachtet worden sind. Die von *Schneider* beschriebenen Bewegungen der Samenkörperchen von Angiostoma limacis, Strongylus auricularis, Ascaris acuminata, Hedruris androphora und Cucullanus elegans bestehen in Gestaltsveränderungen der Körperchen; Ortsveränderungen erwähnt *Schneider* nur bei Angiostoma limacis, wo er unter den übrigen starren Samenkörperchen einige hat amöbenartig zwischen den Eiern herumkriechen sehen. Bei *Claparède* ist von Ortsveränderungen gar nicht die Rede, es handelt sich immer nur um das Ausstrecken und Einziehen von Fortsätzen. Solche amöbenartige Bewegungen (aber nie Ortsveränderungen) sind auch mir bei der Untersuchung in den verschiedenen Flüssigkeiten an den Samenkörperchen von Strongylus auricularis und Ascaris acuminata, die ich allein beobachten konnte, aufgefallen. Trotzdem habe ich in der Abhandlung, welche ich im vorigen Jahre der hiesigen Fakultät vorlegte, mich nicht für die Bewegungsfähigkeit der Samenkörperchen erklären können. Die später wiederholte sorgfältige Untersuchung hat mich nur noch mehr an den Gründen festhalten lassen, welche ich dort geltend gemacht hatte. Den Hauptgrund will ich hier anführen.

1) Monografia del Bombice del Gelso. Milano 1856. — Vergl. Virchow's Arch. Bd. XII. 1857. S. 153.

2) Monatsberichte der Berliner Akademie der Wissenschaften. April 1856. S. 192 u. fgde.

3) a. a. O. S. 125 u. fgde.

Digitized by Google

Bei den Samenkörperchen der grösseren Nematoden, deren Form und Beschaffenheit uns genau bekannt ist, sehen wir den amöbenartigen Bewegungen ähnliche Sarkode-Erscheinungen, welche nur in der Diffusion zwischen der Zusatzflüssigkeit und der feinkörnigen Masse im Innern und am offenen Ende des Samenkörperchens ihren Grund haben. An diesen Samenkörperchen, sagen *Schneider* und *Claparède* ausdrücklich, haben sie keine Bewegung (Gestaltsveränderungen) wahrgenommen. Es war nun zu verlangen, dass *Schneider* und *Claparède* zunächst auch die wahre Form und Beschaffenheit der reifen Samenkörperchen der kleineren Nematoden feststellten, bevor sie sich in Betreff ihrer Bewegungsfähigkeit entschieden. Wir erfahren aber von den genannten Autoren etwas Genaueres nur über die Samenkörperchen von Strongylus auricularis. *Schneider* macht in seiner Mittheilung kurze Angaben über die letzten Entwicklungsstufen und die Form der reifen Samenkörperchen dieses Thieres; *Claparède*, der gerade Strongylus auricularis für ganz vorzüglich geeignet zur Untersuchung der fraglichen Bewegungs-Erscheinungen erklärt, führt diese Angaben etwas weiter aus, in ganz demselben Sinne wie *Schneider*. Aus meinen Beobachtungen geht nun hervor, dass *Schneider* und *Claparède* die Entwicklung der Samenkörperchen von Strongylus auricularis nicht richtig verfolgt und die Form des reifen Samenkörperchens gar nicht erkannt haben. Dasselbe muss ich hinsichts der Samenkörperchen von Ascaris acuminata behaupten, da *Schneider* sonst wohl seine Abweichung von *Reichert* (a. a. O.) nicht stillschweigend übergangen hätte. Füge ich nun noch hinzu, dass die von mir erkannte Form jener reifen Samenkörperchen uns ein Recht giebt, an amöbenartigen Bewegungen ähnliche Sarkode-Erscheinungen auch bei diesen zu denken, so wird es mir gewiss Niemand verargen, wenn ich mich für die Bewegungsfähigkeit der Samenkörperchen noch nicht unbedingt aussprechen kann. — Das Gesagte sollte nur meine Stellung in der Bewegungsfähigkeits-Frage darthun. Meine Untersuchungen bei Strongylus auricularis sind schon vor mehr als einem Jahre völlig abgeschlossen gewesen, und später wiederholte Untersuchungen haben meine damaligen Resultate nur bestätigt. Nicht ganz so glücklich bin ich bei Ascaris acuminata gewesen, bei welcher eine kleine Lücke sich noch nicht hat ausfüllen lassen. Sobald es meine Zeit erlauben wird, werde ich durch neue Untersuchungen diese Lücke fortzuschaffen suchen und dann meine Resultate veröffentlichen.

3. Befruchtung der Eier.

Im Ovidukt treffen die reifen Samenkörperchen mit den Eiern zusammen, und hier werden die letzteren durch die ersteren befruchtet. Ueber den Vorgang der Befruchtung besitzen wir zwei ausführliche Beschreibungen von *Nelson* und *Meissner*, die jedoch beide nur in einem

Digitized by Google

Punkte übereinstimmen, darin nämlich, dass die Samenkörperchen in die Eier eindringen. *Bischoff*, *Thomson* und *Claparède* behaupten, weder das Eindringen der Samenkörperchen noch die eingedrungenen Samenkörperchen im Innern der Eier je haben beobachten zu können. Auf ihre Seite muss auch ich mich schlagen, wie gleich anfangs erwähnt wurde. Der Gegenstand ist schon so oft und so ausführlich behandelt worden, dass ich ein nochmaliges ausgedehnteres Eingehen auf denselben, selbst wenn er von einem anderen Gesichtspunkte aus beleuchtet werden sollte, für unnöthig halten muss. Ich werde mich daher darauf beschränken, einige Punkte, die von grösserer Bedeutung sind, sicher zu stellen oder zu widerlegen, auf andere neue Momente aufmerksam zu machen.

Es muss sich zunächst darum handeln, mit Sicherheit entscheiden zu können, ob in einem Weibchen die Eier befruchtet sind oder nicht. Wir könnten hierzu die Anwesenheit der Samenkörperchen benutzen wollen; allein es wäre vortheilhaft, wenn es uns gelänge, die Befruchtung oder Nichtbefruchtung der Eier auf Grund anderer Thatsachen unmittelbar festzustellen. Würde sich dann ergeben, dass, wo die Eier entwicklungsfähig sind, immer auch unsere Samenkörperchen vorhanden sind, und wiederum, wo diese fehlen, die Eier unbefruchtet sind, so wäre die Ansicht, welche *Bischoff* in Betreff unserer Samenkörperchen hat, aufs Neue ganz selbständig bekämpft. Die Entscheidung der vorliegenden Frage ist schwierig, wo nicht ganz unmöglich, an den Eiern des Ovidukts selbst; glücklicher Weise sind wir aber im Stande, sie auf andere Weise sicher zu lösen.

Wir hatten früher bereits gesehen, dass im letzten Drittheile des Ovidukts die Eier eine vollkommen ausgebildete Dotterhaut besitzen. Gegen Ende des Ovidukts, oft aber auch erst im Anfange des Uterus, beginnt die Umbildung einer Schalenhaut um die Eier. Das Material hierfür wird unzweifelhaft von den wulstigen Epitelialzellen der Geschlechtsröhre geliefert. Vollkommen ausgebildet finden wir das Chorion erst an den Eiern in der Vagina (selten schon an den letzten Eiern des Uterus), und es gewährt dann ein recht zierliches Ansehen. Bei der Ascaris mystax erscheint es bei oberflächlicher Betrachtung körnig und ist auch so von *Nelson* beschrieben worden; doch hat schon *Reichert*[1]) angegeben, dass dieses Ansehen durch Grübchen hervorgerufen wird, welche auf der ganzen Oberfläche dicht gedrängt neben einander stehen. Das Chorion der Eier der Asc. megalocephala zeichnet sich vor dem der Asc. mystax dadurch aus, dass die Grübchen viel feiner erscheinen; hingegen sind die Facetten des Chorion der Eier von Asc. marginata sehr gross und polygonal. Ich werde dieses Chorion weiterhin immer als das facettirte bezeichnen. — Die eben angegebenen Verhältnisse finden sich gewöhnlich bei unseren Askariden, doch nicht immer, wie aus folgenden Beobachtungen hervorgehen wird.

Eine am 20. Oktober 1856 getödtete Katze lieferte neben einem noch

1) Ueber die Mikropyle der Fischeier etc. — Müller's Archiv 1856. S. 89.

Digitized by Google

nicht geschlechtsreifen Thiere eine einzige vollkommen entwickelte weibliche Ascaris mystax. Die Struktur der Geschlechtsorgane war vollkommen normal, wie auch ihr Inhalt bis zum Beginne des Ovidukts. Allein ausser einigen Abweichungen in ihrer inneren Struktur zeichneten sich die Eier in den unteren Theilen des Geschlechtsapparats dadurch aus, dass sie gar keine Spur eines Chorion zeigten, sondern nur eine zarte Dotterhaut besassen. Dieselben Verhältnisse fanden sich wieder bei zwei anderen vollkommen ausgebildeten Weibchen, bei einer Ascaris mystax, welche am 6. December 1856 in einer Katze allein gefunden worden war, und einer Asc. marginata, welche der Darmkanal eines am 29. December desselben Jahres getödteten Hundes neben einem kleinen ungeschlechtlichen Thiere allein enthalten hatte, nur mit dem Unterschiede, dass hier die wenigen allerletzten Eier in der Vagina ein Chorion besassen; aber dieses Chorion erschien nicht facettirt, wie wir es vorhin beschrieben, sondern glatt und gleichsam lamellös und war auch nicht so stark wie gewöhnlich. Schliesslich erinnere ich noch an die bereits oben beschriebene Beschaffenheit der Eier derjenigen Askariden, welche die ovalen Körperchen, die Algen, enthielten.

Es kommen also zwei wesentliche Verschiedenheiten in Betreff der Eier in der Vagina vor: das eine Mal besitzen sie ein starkes facettirtes Chorion, das andere Mal entweder nur eine feine Dotterhaut oder ein dünnes glattes Chorion. Es fragt sich nun, ob diese Verschiedenheiten im Zusammenhange mit der Befruchtung stehen, und wenn dies der Fall ist, welche Beschaffenheit den befruchteten, welche den unbefruchteten Eiern zukommt.

Ein Versuch, den ich, um die Frage zu entscheiden, anstellte, ist schon oben angeführt worden. Ein Weibchen, das die ovalen Körperchen enthielt, wurde auf 14 Tage in Spiritus gesetzt; die letzten Eier zeigten nur eine Dotterhaut und keine Spur einer weiteren Entwicklung. Bei einem Weibchen aus einer anderen Katze hingegen, welches ohngefähr dieselbe Zeit in demselben Spiritus geblieben war, fanden sich die Eier in der Vagina schon weit in der Furchung vorgerückt, und diese Eier besassen, wie ich hier hinzufügen kann, ein vollkommen ausgebildetes, facettirtes Chorion.

Diese Beobachtungen schon könnten genügen, wenn uns nicht der Zufall noch zu grösserer Sicherheit verholfen hätte. Die Eier aus der Vagina der beiden oben erwähnten, am 20. Oktober und am 29. December 1856 gefundenen Thiere waren in einer Lösung von doppeltchromsaurem Kali (2%) aufbewahrt worden und haben sich so, wie sie eingeschlossen worden waren, bis heute erhalten. Später, im Januar des vorigen Jahres, schloss ich mit Zusatz derselben Flüssigkeit zu verschiedenen Zwecken Eier aus der Vagina (auch aus dem letzten Stücke des Uterus) einiger Ascd. marginatae und einiger Ascd. megalocephalae ein. Diese Eier zeigten ein ausgebildetes facettirtes Chorion und standen auf der letzten Ent-

wicklungsstufe, die in diesen Nematoden aufgefunden wird, d. h. die vom Chorion abstehende Dotterkugel zeigte keine Spur einer Furchung. Wie sehr erstaunte ich, als ich nach einigen Tagen fast alle diese Eier gefurcht fand, und zwar die einen weiter vorgerückt, die anderen etwas zurückgeblieben. Mit den eingeschlossenen Eiern der Ascd. megalocephalae ging weiter keine Veränderung vor sich, sie blieben, nachdem sich 2—8 Furchungskugeln gebildet hatten, auf dieser Stufe stehen. Die Eier der Ascd. marginatae hingegen entwickelten sich weiter und weiter, bis nach ohngefähr einem Monate die ausgebildeten Embryonen sich im Innern der Eischalen lebhaft bewegten.[1])

Abgesehen davon, dass diese Erfahrungen uns einen neuen Beweis von der ungemeinen Widerstandsfähigkeit der Eingeweidewürmer-Eier geben, sind wir durch sie im Verein mit den früheren Beobachtungen in den Stand gesetzt, mit aller Bestimmtheit es auszusprechen, dass nur die befruchteten, entwicklungsfähigen Eier ein facettirtes Chorion besitzen.[2]) Füge ich nun noch die Angabe hinzu, dass der Ovidukt aller Weibchen, deren Eier ein facettirtes Chorion zeigten, die reifen Samenkörperchen enthielt, dass diese hingegen selbst nicht in Spuren in den Geschlechtsorganen derjenigen Weibchen aufzufinden waren, deren Eier gar kein Chorion oder wenigstens nur ein glattes besassen, so können wir wiederum behaupten, dass die Befruchtung und Entwicklungsfähigkeit der Eier von der Anwesenheit unserer reifen Samenkörperchen abhängig ist. Umgekehrt könnte nun auch die Anwesenheit der Samenkörperchen, die wir bereits sicher als solche erkannt haben, eine neue Stütze dafür abgeben, dass nur die befruchteten Eier ein facettirtes Chorion besitzen. Hierbei ist noch zu erwähnen, dass die Anwesenheit der Samenkörperchen nicht

1) Ein solches Präparat mit den noch lebenden Embryonen ist in der Sitzung vom 17. November v. J. der Gesellschaft naturforschender Freunde in Berlin vorgelegt worden. Vgl. Vossische Zeitung. 27. Novbr. 1857. — Noch heute, nach c. 15 Monaten, lebt eine Anzahl der im Präparate entwickelten Embryonen, und sie bewegen sich lebhaft in ihren Eischalen. Ein Theil derselben ist jedoch bereits abgestorben, und was sehr interessant ist, diese letzteren unterscheiden sich von den noch lebenden sehr wesentlich. Der Körper der eben entwickelten und der noch lebenden Embryonen nämlich erscheint mit Ausnahme des Kopfendes durch sehr zahlreiche Körnchen ganz dunkel; die bereits abgestorbenen Embryonen sehen ganz hell aus, indem nur hier und da im Körper sich noch kleine Körner-Häufchen finden. Wahrscheinlich ein auffälliges Beispiel von Selbstverzehrung. — Nie hat übrigens ein Embryo seine Hülle gesprengt, — ein Beweis, dass das Zugrundegehen des Chorion durch äussere Einflüsse für das Freiwerden des Embryo unbedingt nothwendig ist.

2) *Claparède's* Angabe, dass Nematoden vorkommen, bei welchen sich die Eier auch in dem unbefruchteten Weibchen mit einem ganz regelmässigen Chorion umgeben, z. B. Oxyuris vermicularis u. a. m. hat, wenn sie richtig ist, auf unsere Nematoden doch keinen Einfluss, bei Asc. mystax, Asc. marginata und Asc. megalocephala behält nach meinen Erfahrungen das ausgesprochene Gesetz immer seine Gültigkeit.

Digitized by Google

bedingt, dass alle Eier befruchtet werden: manchmal entgeht ein Ei der Befruchtung, und man findet es dann im Uterus oder der Vagina mit blasigem Dotter ohne ein facettirtes Chorion, nur im Besitz einer Dotterhaut.

Erst nachdem man so festgestellt hat, bei welchen Thieren man auf eine stattfindende Befruchtung der Eier rechnen kann, ist es recht, an die Beobachtung der Befruchtung selbst und ihrer Folgen zu gehen. *Nelson* und, wie mir wahrscheinlich ist, auch *Meissner* haben jene Vorsicht ausser Acht gelassen, und deshalb sind in ihren Beschreibungen der Folgen der Befruchtung richtige Beobachtungen und wiederum solche, die gar nicht dorthin gehören, zusammengeworfen.

In Betreff der Befruchtung selbst können wir uns kurz fassen. Wenn die Eier mit den Samenkörperchen im Anfangsstücke des Ovidukts zusammentreffen, besitzen sie, wie früher ausführlich erörtert worden ist, keine Dotterhaut; auch ist die Bildung dieser noch nicht so weit vorgeschritten, dass nicht Partikel aus dem Eie herausdringen oder, worauf es hier gerade ankäme, in das Ei eindringen könnten. Ueberdies hat die Zähigkeit der homogenen Bindemasse der Dotterkörnchen an diesen Eiern schon abgenommen. Dass die Samenkörperchen den Eiern anhaften können und anhaften, lässt sich nicht bezweifeln, und wir werden sogleich weiter davon handeln; ebensowenig kann geläugnet werden, dass die Samenkörperchen möglicher Weise durch die Thätigkeit der Muskelfasern des Ovidukts in die Eier hineingedrängt werden können. Dagegen haben mir meine zahlreichen, mit der grössten Sorgfalt angestellten Untersuchungen nie eine Ansicht geliefert, welche das Aufbrechen des Dotters an den durch Druck nicht verletzten Eiern (*Nelson*), das Eindringen der Samenkörperchen auf die von *Nelson* oder die von *Meissner* angegebene Weise, endlich das Eingedrungensein der Samenkörperchen mit Sicherheit hätte bestätigen lassen. Bilder, die sich allerdings so hätten auslegen lassen, habe ich oft genug erhalten, allein die vorsichtige Untersuchung machte klar, dass eine durch aussen anliegende Samenkörperchen bewirkte Täuschung vorlag.

Bei dem Anhaften der Samenkörperchen müssen wir noch ein wenig verweilen. Wir wissen bereits, dass eine feinkörnige Masse die Höhlung des reifen Samenkörperchens erfüllt und auch eine konvexe Kuppe an seinem offenen Ende bildet. Die feinen Körnchen dieser Masse werden durch eine zähe, klebrige Bindesubstanz zusammengehalten, und diese bewirkt es höchst wahrscheinlich auch, dass die Samenkörperchen oft mit ihrem flockigen Ende den Zotten des Ovidukts anhaften. Hierdurch ist *Bischoff* dazu gekommen, die Samenkörperchen für Epithelialgebilde des Ovidukts zu halten. Es ist allerdings Keinem zu verdenken, der oberflächlicher und den Ovidukt allein untersucht, wenn er *Bischoff's* Ansicht beipflichtet. Nachdem wir auf so verschiedene Weisen nachgewiesen haben, dass *Bischoff's* Epithelialkegelchen in Wahrheit die Samenkörperchen sind, muss ich es für völlig überflüssig erachten, hier auf die Punkte ein-

Digitized by Google

zugehen, welche selbst bei alleiniger Untersuchung des Ovidukts gegen *Bischoff* sprechen. Ich begnüge mich damit, zwei Abbildungen beizufügen: die eine (fig. 28 A) ist *Bischoff's* »Widerlegung etc.« entnommen, wo sie die Verbindung der Zotten des Ovidukts mit seinen Epithelialkegelchen, unseren Samenkörperchen, demonstriren soll; die andere (fig. 28 B) zeigt dieselben Verhältnisse nach meinen Beobachtungen, getreu nach der Natur gezeichnet. Durch die Nebeneinanderstellung der beiden Abbildungen werden am Besten die Punkte auffallen, welche *Bischoff* bei seinen Beobachtungen nicht berücksichtigt hat.

Haften so die Samenkörperchen leicht mit ihrem flockigen Ende den mit einer glatten Membran bekleideten Zotten des Ovidukts an, so wird dies, wie man schon a priori schliessen kann, noch viel eher der Fall sein müssen bei den Eiern, deren Begrenzung im oberen Theile des Ovidukts noch von der Aussenschicht der zähen Bindemasse der Dotterkörnchen gebildet wird. Und in der That beobachtet man das Anhaften der Samenkörperchen an den Eiern sehr häufig, aber immer nur, wie *Meissner* richtig wider *Nelson* behauptet hat, mit ihrem flockigen Ende. Doch dürfen wir nicht glauben, dass die Beschaffenheit der ersten Eier des Ovidukts durchaus erforderlich sei, damit die Samenkörperchen anhaften. Vielmehr habe ich öfters mit Absicht Eier aus dem Uterus mit reifen Samenkörperchen aus dem Ovidukt (die Samengebilde im Uterus besitzen noch die Zellmembran und haften deshalb nie an) zusammengebracht, und nachdem ich die Zusatzflüssigkeit in starke Bewegung versetzt hatte, sah ich eine Anzahl Samenkörperchen mit ihrem flockigen Ende auch an den bereits mit einem mehr weniger ausgebildeten Chorion versehenen Eiern festsitzen.

Wenngleich ich es nicht für wahrscheinlich halte, dass die Samenkörperchen der Nematoden auf die von *Nelson* oder die von *Meissner* angegebene Weise in die Eier eindringen, da, von *Bischoff* abgesehen, zwei andere unparteiische Beobachter, *Thomson* und *Claparède*, ebensowenig wie ich das Eindringen oder Eingedrungensein der Samenkörperchen haben konstatiren können, so scheint mir doch das Anhaften der Samenkörperchen mit ihrem flockigen Ende an die Eier, sei es, dass es durch Zufall, sei es, dass es durch die Kontraktionen der Ovidukt-Muskelfasern erfolgt, von Wichtigkeit für die Befruchtung der Eier zu sein. Ich habe in der ersten Hälfte des Ovidukts öfters Samenkörperchen angetroffen, welche die konvexe Kuppe mit dem Kernkörperchen an ihrem offenen Ende nicht mehr besassen, die auch weniger stark das Licht brachen und deren Kontouren matter als gewöhnlich waren. In der Schärfe der Kontouren und der Stärke des Lichtbrechungsvermögens liessen sich manchmal alle Uebergangsstufen bis zur äussersten Blässe der Körperchen auffinden, so dass sie kaum noch sich erkennen liessen. Ich habe öfters auch die Kernkörperchen der Samenkörperchen sehr zahlreich frei in der Flüssigkeit des Ovidukts schwimmend gefunden, eine Beobachtung, die sich wegen der

Digitized by Google

bedeutenderen Grösse der Kernkörperchen am Leichtesten und Sichersten bei der Ascaris megalocephala machen liess. — Alles Dies spreche ich jedoch nur mit einem gewissen Vorbehalte aus, weil ich an weiteren Untersuchungen in dieser Richtung durch anderweitige Beschäftigungen verhindert worden bin und selbst die angeführten Beobachtungen, die an sich noch gar keinen wesentlichen Schluss erlauben, noch nicht als allgemeingültig sicher gestellt werden konnten. Trotzdem habe ich nicht geglaubt, sie verschweigen zu dürfen, damit spätere Beobachter auch hierauf ihr Augenmerk richten; denn es wäre denkbar, dass wenn auch nicht das ganze Samenkörperchen in das Ei eindringt, doch ein Partikel des Samenkörperchens, vielleicht die flockige Kuppe mit dem Kernkörperchen, auf irgend eine Weise zur Befruchtung dient.

Wir haben es übrigens nicht unterlassen, auch Ascaris acuminata und Strongylus auricularis zu untersuchen, in der Hoffnung, vielleicht bei ihnen das Eindringen der Samenkörperchen zum Zwecke der Befruchtung konstatiren zu können, wir haben an lebenden, zu dieser Untersuchung geeigneten Ascd. acuminatae den Durchtritt der Eier durch den mit Samenkörperchen erfüllten Ovidukt stundenlang beobachtet; allein wir haben ebensowenig wie *Schneider* bei Angiostoma limacis ein *Nelson* oder *Meissner* günstiges Resultat erhalten.

Meissner lässt die reifen Samenkörperchen einer regressiven Metamorphose anheimfallen, sich in Fett verwandeln, und zwar sowohl die in die Eier eingedrungenen wie auch die nicht zur Befruchtung verbrauchten, frei im Geschlechtsschlauch liegenden Samenkörperchen. Was zunächst die letzteren betrifft, so habe ich ihre von *Meissner* so genau beschriebene Fettmetamorphose nie beobachten können. Im Ovidukte, besonders in seiner ersten Portion, findet man in grösserer Zahl Gebilde von fettartigem Aussehen, aber alle sind mehr oder weniger kugelig; solche von länglicher oder stäbchenförmiger oder irgend einer anderen Form, durch die man veranlasst gewesen wäre, an einen Zusammenhang derselben mit den reifen Samenkörperchen zu denken, sind mir nicht aufgefallen. Uebrigens habe ich jene Gebilde auch in den schon mehrfach erwähnten unbefruchteten Eiern angetroffen, in welchen keine Spuren von den Samenkörperchen vorhanden waren, und hieraus, glaube ich, erhellt genügend, dass sie in keiner Beziehung zu den Samenkörperchen stehen. Ich bin geneigt, sie für eiweissartige Sekrete der Zotten des Ovidukts zu halten.

Aber nicht nur im Ovidukt sondern auch im Uterus des Weibchens, ja sogar im Hoden (*Meissner* rechnet unser Vas deferens zum Hoden) und in der Samenblase des Männchens hat *Meissner* seine fettartig metamorphosirten Samenkörperchen beobachtet. Und hiermit giebt er uns guten Grund, seine Fettmetamorphose der Samenkörperchen, wenigstens was zunächst die freien Samenkörperchen betrifft, umzustossen und für irrig zu erklären. Die Körperchen, welche er im Uterus, im Vas deferens und in der Samenblase für die verwandelten Samenkörperchen hält, sind näm-

Digitized by Google

lich, wie aus seinen eigenen Angaben bestimmt hervorgeht, identisch mit den von *Bischoff* zuerst aufgefundenen homogenen, starkbrechenden Körperchen (s. o), die wir als Gebilde einer regressiven Metamorphose allerdings, aber nicht der Samenkörperchen sondern der Anhängsel der gegen Ende des Hodens producirten Tochterzellen bereits kennen gelernt haben.

Wir haben schliesslich nur noch von der Metamorphose zu handeln, welche die in die Eier eingedrungenen Samenkörperchen erleiden sollen. Körperchen von fettartigem Ansehen, deren Form oder sonstige Beschaffenheit an die Samenkörperchen erinnert hätte, habe ich in den befruchteten, dem frischen Thiere entnommenen Eiern nie gesehen. Dagegen sind mir fast immer im Innern der unbefruchteten Eier Blasen von sehr starker Lichtbrechung, sogenannte Oeltropfen begegnet. — *Nelson's* weitere Angaben sind ganz unzuverlässig, da er offenbar gerade die unbefruchteten Eier für befruchtet angesehen hat. Der Beschreibung, welche *Meissner*[1]) von den inneren Veränderungen der Eier nach ihrer Befruchtung gegeben hat, kann ich vollkommen beistimmen,[2]) so dass ich auch weiter nicht auf sie einzugehen brauche. Den Kranz metamorphosirter Samenkörperchen an der Peripherie der befruchteten Eier aber habe ich nicht aufgefunden und würde geneigt sein, die von *Meissner* in seiner fig. 7 a gezeichneten Eier für eine wenig frühere Bildungsstufe der in Fig 7 b dargestellten Eier zu halten, wenn nicht *Meissner* eine ähnliche Vermuthung *Thomson's* bereits gelegentlich[3]) bestimmt zurückgewiesen hätte.[4])

Berlin, Anfang April 1858.

1) a. a. O. S. 229. 30.

2) *Claparède* (a. a. O. S. 119) lässt die Dotterkörnchen nach der Befruchtung nur weniger stark lichtbrechend werden; ich muss mit *Meissner* eine völlige Umbildung des Dotters behaupten. Bei der Asc. megalocephala haben die Dotterkörnchen vor der Befruchtung des Eies die verschiedensten Formen (s. o.), in den nach der Befruchtung veränderten Eiern sind sie sämmtlich rund.

3) Jahresbericht über Anatomie und Physiologie für 1856 von *Henle* und *Meissner*, S. 620. —

4) In dem jüngst erschienenen Hefte von Virchow's Archiv (Bd. XIII. S. 280) befindet sich eine Mittheilung von *Franz Leydig*, »über Parasiten niederer Thiere,« aus welcher ich ersehe, dass *Leydig* unseren ovalen Körperchen (s. o. S. 402 u. fgde.) ähnliche Gebilde bei Coccus hesperidum, bei verschiedenen Spinnen, bei Lynceus sphaericus und Polyphemus oculus beobachtet hat. *Leydig* hält sie aber nicht für Algen, sondern vergleicht sie den Pseudonavirellen und Psorospermien. — Von befreundeter Seite sind neuerdings die ovalen Körperchen wieder gefunden worden, und wie ich erfahre, steht eine Entscheidung gerade dieser Frage in Aussicht.

Digitized by Google

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figuren sind treu nach Präparaten bei 300maliger Vergrösserung mit der Camera lucida gezeichnet.

Fig. 1. Inhalt des Endes des Eierkeimstocks der Ascaris mystax.
a. Feinkörnige Bindemasse der *b* gekernten Zellen, der späteren Keimbläschen.

Fig. 2. Inhalt des Dotterstocks desselben Thieres kurz nach dessen Beginne.
A. In natürlicher Lagerung. *B.* Im Querschnitt.

Fig. 3. Inhalt des Dotterstocks desselben Thieres ohngefähr aus dem Anfange der zweiten Hälfte desselben.
A. In natürlicher Lagerung. *B.* Im Querschnitt. *C.* Ein Stück der Rhachis mit einer Anzahl von Eiern.

Fig. 4. Bereits isolirte Eier aus dem Endstücke des Dotterstocks desselben Thieres. Die Eier *A* und *B* besitzen an dem zuletzt isolirten Ende noch einen kleinen körnigen Anhang, nicht mehr aber das Ei *C*.

Fig. 5. Inhaltsportion aus dem Anfange des Dotterstocks der Asc. megalocephala. Die Isolation der Eier ist hier schon früh weit vorgeschritten. Die Eier hängen durch die Rhachis zusammen.

Fig. 6. Die Rhachis, an dem Inhalte ohngefähr des Anfangs des zweiten Drittheils des Dotterstocks desselben Thieres auf eine längere Strecke präparirt.

Fig. 7. Völlig isolirte Eier aus dem Endstücke des Dotterstocks desselben Thieres. Die Eier *A* und *B* besitzen noch körnige Anhänge an ihrem peripherischen Theile.

Die Figuren 8—23 beziehen sich auf Ascaris mystax.

Fig. 8. Inhaltsportion aus dem Anfange der zweiten, körnig-faserigen Portion des Hodens. Ein Strang körniger Körperchen.

Fig. 9. Die Rhachis eines solchen Stranges, an weiter unten im Hoden befindlichem Inhalte präparirt.

Fig. 10. Isolirte körnige Körperchen aus dem Anfange des letzten Drittheils des Hodens. In *A* ist das hellere Centrum sichtbar.

Fig. 11. Körnige Zelle mit strahliger Anordnung der Körnchen.

Fig. 12. Körnige Zellen, in der Vermehrung begriffen, aus dem Ende des Hodens.

Figg. 13. 14 *A—F.* Zweites Stadium des Theilungsprozesses. Bildung der Anhängsel. Freiwerden der Tochterzellen.

Fig. 15. Von ihren Tochterzellen losgetrennte Anhängsel.

Fig. 16. Regressiv metamorphosirte Anhängsel.

Fig. 17. Freie Tochterzelle, Entwicklungszelle der Samenkörperchen, mit strahliger Anordnung der Körnchen.

Fig. 18. Entwicklungszelle, in der die Körnchen ihre regelmässige Anordnung wieder aufgegeben haben.

Fig. 19. Entwicklungszelle, in welcher die Körnchenschicht an Dicke abgenommen, der Kern an Ausdehnung zugenommen hat.

Fig. 20. Halbkugelig gewordene Entwicklungszelle, in welcher ein Kranz grösserer Körnchen dem freien Rande des Kerns aufliegt.
A. Ansicht von oben. — *B.* Seitenansicht.

Digitized by Google

Fig. 21. Eben solche Zelle, in welcher aber der Körnchen-Kranz nicht mehr vorhanden ist.

A. Ansicht von oben. — *B*. Seitenansicht.

Die Bildungen 13—21 finden sich im Vas deferens und in der Samenblase des Männchens.

Fig. 22. Entwicklungszellen der Samenkörperchen im Uterus und in der Vagina des Weibchens.

Fig. 23. Reife Samenkörperchen aus dem Ovidukt des Weibchens.

Fig. 24. Die Rhachis an Strängen körniger Körperchen aus dem Anfange der zweiten, körnig-faserigen Portion des Hodens der Asc. megalocephala präparirt.

Fig. 25. Körnige Körperchen, in der Vermehrung begriffen und durch körnige Verbindungsfäden noch zusammenhängend, aus dem letzten Stücke des Hodens der Ascaris megalocephala.

Fig. 26. Ein Tochterkugel-Häuflein der Ascaris megalocephala.

Fig. 27. In Ascc. mystaces gefundene ovale Körperchen, parasitische Gebilde.

Fig. 28. Samenkörperchen der Asc. mystax, den Zotten des Ovidukts anhaftend.

A. Kopie von *Bischoff's* fig. 13 (»Widerlegung etc.»)

B. Nach meinen Beobachtungen.

Ueber die Vitalität der Nervenröhren der Frösche.

Von

A. Kölliker.

Im 1. Hefte des II. Bandes der 3. Reihe der Zeitschrift für rationelle Medicin findet sich ein Artikel des Herrn Stud. med. *Ordenstein* in Giessen, in welchem mehrere der von mir in einer vorläufigen Notiz[1]) angegebenen Thatsachen über die Leistungsfähigkeit der Nervenfasern der Frösche einer Kritik unterzogen und als nicht begründet hingestellt sind. Dies veranlasst mich zu einer Veröffentlichung der von mir bisher angestellten Versuche, obschon ich mir wohl bewusst bin, dass dieselben noch nicht die Vollkommenheit erlangt haben, deren dieselben fähig sind. Da ich jedoch in diesem Winter keine Musse hatte, für längere Zeit solchen zeitraubenden Experimenten mich hinzugeben und es für den weitern Verlauf dieser nicht unwichtigen Angelegenheit doch wünschbar ist, dass die Thatsachen vorliegen, auf die ich meine Schlüsse basire, so wird man mich entschuldigen, wenn ich dieselben, so wie ich sie habe, mittheile.

1. Wiederaufleben getrockneter Nerven.

In meiner vorläufigen Mittheilung sagte ich unter No. 6: »Lässt man Nerven eintrocknen, in welchem Falle bekanntlich die Muskeln ebenfalls lebhaft zucken, so kann man dieselben, nachdem sie vollkommen reizlos geworden sind, durch Wasser wieder leistungsfähig machen.«

Herr *Ordenstein* meint nun zuerst, diese Versuche seien mir einfach vorgekommen, da ich mich jeglicher Mittheilung der Methode enthalten habe, und zweitens, dass die geringe Tragweite der Versuche sich bei einiger Ueberlegung ohne Anstellung derselben ermessen lasse. Ersteres anlangend, habe ich nur zu bemerken, dass meine Mittheilung als eine vorläufige bezeichnet und ganz aphoristisch gehalten ist, so dass Nie-

1) Ueber die Vitalität der Nervenröhren der Frösche in Würzb. Verh. Bd. VII. St. 145.

Digitized by Google

mand berechtigt ist, aus der fehlenden Angabe der angewandten Methoden irgend welche Schlüsse abzuleiten. Den zweiten Punkt betreffend, so hätte Herrn *Ordenstein* etwas mehr Zurückhaltung nichts geschadet. Sein absprechendes vorläufiges Urtheil gründet sich nämlich darauf, dass er annimmt, ich wisse nicht, dass mit Wasser befeuchtete Nerven Electricität besser leiten als trockne. Er denkt sich, mein Versuch bestehe darin, dass ich an eingetrockneten Nerven, die nicht mehr auf Electricität reagirten, die Reizbarkeit wieder habe auftreten sehen, unmittelbar nachdem sie mit Wasser befeuchtet worden waren, und sagt: »es würde die elementarsten Kenntnisse der Electricitätslehre nicht verstehen heissen, wenn man den Grund davon in einer Wiederbelebung der Nerven finden wollte: derselbe liege vielmehr darin, dass der wieder befeuchtete Nerv die Electricität besser leite, dass also der noch mit einem Reste der Erregbarkeit behaftete Nerv jetzt durch viel stärkere Inductionsströme gereizt werde, als der vorher trockene.« Auf die in diesen Worten liegende Insinuation mit Bezug auf das Verhalten trockner und feuchter Nerven gegen Electricität sehe ich mich nicht veranlasst zu antworten, doch verweise ich Herrn *Ordenstein* zu seiner Beruhigung auf eine Stelle in meinem Aufsatze über Lampyris (Würzb. Verh. Bd. VIII.) und will ich nun angeben, wie ich meine Versuche anstellte. Nach möglichst lang heraus präparirtem Nerven wurde derselbe zum Trocknen an freier Luft entweder mit dem Unterschenkel[1]) frei aufgehängt oder in ein Uhrglas gelegt, während der Unterschenkel auf eine Glasplatte kam. Sobald die Zuckungen, die das Eintrocknen bedingte, vorüber waren, wurde der Nerv zu wiederholten Malen erst mit schwächeren und dann mit starken Strömen des *Dubois*'schen Schlittens, der durch ein *Daniell*'sches Element in Thätigkeit versetzt war, untersucht, und das allmälige Absterben desselben vom Schnittende aus verfolgt. War das Ende der Reizbarkeit des Nerven am peripherischen Theile desselben hinreichend constatirt, was beiläufig nach 1½—2 Stunden der Fall war, so wurde das Uhrglas mit destillirtem Wasser von circa 14° R. vollgegossen und der Nerv in kleinen Intervallen von 2 zu 2 Minuten, indem er jedesmal aus dem Wasser herausgenommen und auf einem Objectträger isolirt wurde, mit der electrischen Pincette oder mit schwachen Inductionsströmen geprüft. In den drei gelungenen Versuchen unter sieben, die nach dieser Methode angestellt wurden, trat in keinem die Wiederkehr der Reizbarkeit gleich nach dem Eintauchen des Nerven in Wasser ein, vielmehr in dem einen Falle in 6, in den andern in 8½ und 10 Minuten, und veranlasste mich gerade diess, den Erfolg als eine Wiederbelebung und nicht in dem Sinne des Herrn *Ordenstein* zu deuten. Auch jetzt bin ich noch immer der Meinung, dass diese Auffassung richtig ist, indem trockne Nerven besonders vom Schnittende aus so rasch Wasser

1) Ich habe alle meine Versuche mit ganzen Unterschenkeln und nicht wie *Eckhard* mit dem Gastrocnemius allein gemacht, da an einem solchen Präparate die Reizbarkeit der Muskeln länger sich erhält.

aufnehmen und bis zu einem gewissen Grade aufquellen, dass wenn die Wiederkehr der Leistung der Nerven nur davon herrührte, dass sie feucht Electricität besser leiten, dieselbe schon nach den ersten 2 Minuten sich zeigen müsste, vorausgesetzt, dass die Nerven, wie Herr *Ordenstein* für meine Versuche annimmt, im Innern noch etwas feucht waren. Herr *Ordenstein* ist nun aber nicht blos mit Bezug auf die Deutung der Versuche mit mir im Widerspruch, sondern es ist ihm auch überhaupt nicht gelungen, Nerven, die auf starke electrische Ströme nicht mehr reagirten, durch Wasser wieder zu beleben, was möglicher Weise von der Art der Anstellung des Experimentes abhängt. Ich tauchte die Nerven stets vollständig in Wasser ein, während Herr *Ordenstein* blos angiebt (p. 110) dieselben auf den Electroden des Inductionsapparates mit einem Pinsel allseitig reichlich befeuchtet zu haben, was wenigstens den Gedanken erweckt, dass in seinen Versuchen die Wasserzufuhr keine so vollständige war. Doch will ich hierauf, ohne Näheres zu wissen, kein grösseres Gewicht legen, dagegen erlaube ich mir noch zu fragen, ob Herr *Ordenstein* bei seinen Versuchen nicht einen allzuausgedehnten Gebrauch von den »stärksten Schlägen eines Inductionsapparates« gemacht hat. Ich selbst habe solche starke Ströme nur mit Vorsicht angewendet und nur ganz zuletzt, wenn die Probe mit schwächeren Strömen vorangegangen war, weil ich es möglichst zu vermeiden suchte, die Nerven zu lähmen, und will ich Herrn *Ordenstein* noch daran erinnern, dass auch *Eckhard* bei seinen Untersuchungen über das Wiederaufleben gefrorner Nerven sich nur des einfachen Bogens bediente (Zeitschr. f. rat. Med. X 1850 p. 185).

Mag dem nun sein wie ihm wolle, so kann ich durch eine zweite in diesem Winter angestellte Versuchsreihe alle Zweifel heben und alle meinen ersten Versuchen in den Augen Gewisser etwa noch anhaftenden Mängel beseitigen. Herr *Ordenstein*, der nicht weiss, wie solche Versuche anders anzustellen wären, als er sie gemacht hat (l. c. p. 111) wird daraus zugleich ersehen, dass es besser ist, sich nicht vorschnell über solche Verhältnisse zu äussern. Ausgehend von der von mir nachgewiesenen günstigen Einwirkung halbprozentiger Kochsalzlösungen auf die Nerven, und der ebenfalls viel erprobten erhaltenden Eigenschaft von Temperaturen von 4—6° R. stellte ich diese Wiederbelebungsversuche folgendermaassen an. Nachdem die Nerven wie in der ersten Versuchsreihe getrocknet und ihre vollständige Unwirksamkeit durch starke Ströme des Schlittens constatirt war, brachte ich dieselben in eine halbprozentige Kochsalzlösung, schützte den Unterschenkel durch eine passende Einrichtung vor dem Eintrocknen und stellte das Ganze in einen Raum, der eine Temperatur von 5—6° R. besass. Von Zeit zu Zeit wurde der Nerv untersucht und zwar mit der Pincette und mit dem Schlitten und ein Versuch nur dann als gelungen betrachtet, wenn der feuchte Nerv anfänglich eine längere Zeit (mehrere Stunden) hindurch keine Reizbarkeit gezeigt hatte und dieselbe später sich einstellte. Da ich auf diese mühsamen Versuche

ein grosses Gewicht lege, so erlaube ich mir die 2 gelungenen von 9, die nach dieser Methode angestellt wurden, hier in extenso vorzuführen.

Erster Versuch.

24. Januar $10^h\ 25'$ Der möglichst lang herausgelöste Ischiadicus wird zum Trocknen am Unterschenkel frei aufgehängt.

$10^h\ 50'$ Tetanus des Unterschenkels.

$11^h\ 30'$ Die letzten Zuckungen der Muskeln haben aufgehört.

12^h — Eine Untersuchung des Nerven mit der electrischen Pincette und mit dem Schlitten bei angeschobener zweiter Rolle ergiebt, dass der Nerv nicht mehr irritabel ist. Um ganz sicher zu gehen, wird mit dem Einbringen des Nerven in die belebende Solution noch zugewartet.

$12^h\ 50'$ Eine Untersuchung des Nerven mit halb und ganz übergeschobener Rolle des Schlittens ergiebt dasselbe Resultat.

12^h 55 Nun, $2^h\ 30'$ nach dem Beginn des Experimentes, wird der nicht mehr reizbare Nerv in Kochsalz von $\frac{1}{2}$% gelegt, und unter einer Glocke in einem mit Wasserdampf gesättigten Raume in eine Temperatur von 6^0 R. gebracht.

3^h Nachmittags. Mit der electrischen Pincette und mit dem starken Strome des Schlittens untersucht wirkte der natürlich schon längst wieder aufgequollene Nerv nicht im Geringsten auf die Muskeln.

$5^h\ 45'$ Abends. Ebenso. Das Ganze wird über Nacht in einem Raume gelassen, der zwischen 4 und 6^0 R. zeigt.

25. Januar 10^h Morgens. Der Ischiadicus ist reizbar und zwar *nicht* blos mit schwächeren Strömen des Schlittens, sondern auch mit der Pincette, und bewirkt eine ganz ordentliche Zuckung am Gastrocnemius.

1^h Mittags. Der Nerv ist noch reizbar mit der Pincette, doch bedarf es immer eines mehrmaligen Reizens, um eine Zuckung zu erhalten, doch ist dieselbe dann noch ganz gut.

Der Versuch, von dem Prof. *Pelikan* Zeuge war, wurde hier abgebrochen.

Zweiter Versuch.

24. Januar $10^h\ 20'$ Der Ischiadicus des andern Beines desselben Frosches wird zum Trocknen aufgehängt.

$10^h\ 40'$ Tetanus des Unterschenkels.

$11^h\ 20'$ Die Zuckungen haben aufgehört.

$12^h\ 5'$ Eine Untersuchung des Nerven mit der Pincette und dem Schlitten mit angeschobener Rolle ergiebt, dass derselbe nicht mehr auf die Muskeln wirkt.

12^h 57 Eine Prüfung desselben bei halb und ganz übergeschobener Rolle des Schlittens ergiebt dasselbe Resultat.

1^h Der Nerv kommt in Kochsalz von $\frac{1}{2}$% und wird wie der andere an die Kühle gestellt.

3h 10′ Nachmittags. Eine Prüfung des Nerven mit der Pincette und dem starken Strome des Schlittens ergiebt keine Spur von Reizbarkeit.

5h 50′ Abends. Der Nerv ist ganz schön reizbar und zwar sowohl mit dem Schlitten als auch mit der Pincette und wirkt gut auf den Gastrocnemius und die Extensoren. Das Präparat bleibt über Nacht in einem kühlen Raume.

25. Januar 10h 10′ Der Nerv ist noch ebensogut reizbar wie gestern und giebt jedes Mal mit der Pincette und mit dem Schlitten gute Zuckungen der Unterschenkelmuskeln. Zur Demonstration, dass diese nicht unipolare sind, wird das unterste Ende des Nerven durch eine feine feuchte Ligatur unterbunden, worauf die Contractionen ausbleiben. — Auch von diesem Versuch war Prof. *Pelikan* Zeuge.

Durch diese zwei Versuche sind, wie Jeder ohne Weiteres einsehen wird, die Einwürfe des Herrn *Ordenstein* vollkommen beseitigt und wird daher von nun der Satz, dass getrocknete Nerven wieder aufleben können, unbehelligt dastehen. Dass dieses Wiederaufleben nicht leicht zu erzielen ist, kann nicht auffallen und empfehle ich auf jeden Fall denen, die diese Versuche nachmachen wollen, die von mir zuletzt angewandte Methode, ersuche aber zugleich auch, sich durch negative Versuche nicht abschrecken zu lassen. Bemerken will ich übrigens noch, dass ich noch eine andere Methode versucht habe, die möglicherweise noch zu Resultaten führen kann, gegen die sich auch nichts wird einwenden lassen. Dieselbe beruht darauf, dass bei lebenden Fröschen der Einfluss des Willens oder des Rückenmarkes auf einen getrockneten und wieder angefeuchteten Nerven untersucht wird. Ein lebender Frosch wird in passender Weise möglichst festgebunden und dann ein Oberschenkel nach unterbundenen Gefässen bis auf den Nervus ichiadicus so abgetrennt, dass ein langes Stück des Nerven frei liegt. Ist der Nerv, dem ebenfalls eine zweckmässige Lagerung zu geben ist, so weit eingetrocknet, dass das Thier keinerlei Einfluss mehr auf den betreffenden Unterschenkel hat, so wird derselbe in eine flache Uhrschale mit Kochsalz von ½ % eingetaucht, um zu sehen, ob die Einwirkung des Gehirns und Markes auf das abgeschnittene Bein wieder zurückkehrt. Dieser Versuch lässt sich auch an hoch oben decapitirten Fröschen anstellen, in welchem Falle natürlich nur auf die in diesem Falle sehr energischen Reflexbewegungen als Erregungsmittel für den zu prüfenden Nerven gerechnet wird, und kann man in beiden Fällen durch nachträgliche Strychninvergiftung die Impulse und Reactionen der Centraltheile möglichst steigern. Zwei in dieser Weise ausgeführte Experimente, bei denen jedoch ungünstiger Weise nur Wasser und nicht Kochsalz angewendet wurde, haben mir leider nur ein negatives Resultat gegeben, doch verdienen dieselben sicherlich sehr, weiter verfolgt zu werden, um so mehr, da sie auch ein Mittel an die Hand geben würden, um die sensiblen Nerven nach dieser Richtung zu untersuchen. Bei ferneren Versuchen

Digitized by Google

über Wiederbelebung getrockneter Nerven möchte ausserdem auch zu untersuchen sein, wie die Nerven sich verhalten, wenn sie rascher, etwa bei 20—25°, oder langsamer, etwa bei 8—10°, getrocknet werden, und wenn die belebende Solution die Temperatur des Froschblutes erhält. Zum Schlusse will ich noch bemerken, dass das Wiederaufleben trockner Nerven an und für sich durchaus nichts Unwahrscheinliches oder Befremdendes hat. Das Beispiel ganzer Thiere und zwar auch solcher, die Nerven besitzen, wie z. B. von Rädertbieren, Tardigraden, Entozoen, die aus dem trocknen Zustande durch Wasser wieder zum Leben zu bringen sind, zeigt was hier möglich ist. Wollte man einwenden, dass bei höheren Thieren die Verhältnisse möglicher Weise andere sind, so hätte ich zu sagen, dass auch bei Amphibien sehr Absonderliches vorkommt. Ein alter vergessener Versuch von Fontana (Ueber das Viperngift, Berlin 1787 p. 312) zeigt, dass auch trockne Herzen von solchen Thieren durch Wasser wieder theilweise aufleben. Bei einer durch Ticunas getödteten Testudo graeca wurde das Herz, nachdem schon Verschiedenes mit demselben vorgenommen worden war, in situ der Sonne ausgesetzt. Das Herz wurde schnell trocken und ebenso die Herzohren zum Theil und alles kam zur Ruhe. Nun wurde das Herz befeuchtet: die Kammer blieb unbeweglich, aber die Herzohren fingen wieder an zu schlagen und pulsirten 18 Stunden lang, bis sie wieder trocken wurden. Ich habe diesen Versuch mit isolirten Froschherzen wiederholt. Nachdem ein solches 2 Stunden und 10 Minuten an der Luft gelegen hatte, war dasselbe trocken und still. Dann mit Wasser übergossen, pulsirten schon nach 2 Minuten die Vorhöfe wieder, wogegen allerdings die Kammer wie in *Fontana's* Experiment nicht wieder zum Leben kam. — Ein zweites Herz war nach 2 Stunden trocken und ohne Pulsationen. Mit Kochsalz von ½ % übergossen, kamen nach 30′ die Vorhöfe deutlich aber schwach zum Schlagen, wogegen auch in diesem Falle die Kammer ruhig blieb. — Einige Versuche, die darauf ausgingen, trockne Muskeln wieder zum Leben zu bringen, hatten negativen Erfolg, doch glaube ich, dass bei einer grösseren Anzahl von Experimenten auch nach dieser Richtung ein Resultat sich erzielen lassen wird.

2. Wiederaufleben von Nerven aus concentrirten Lösungen.

In meiner vorläufigen Mittheilung hatte ich angegeben, dass Nerven, die in concentrirten Lösungen ihre Reizbarkeit verloren haben, durch Wasser und diluirte Solutionen wieder lebendig gemacht werden können. Auch dieses Experiment hat Herr *Ordenstein* wiederholt und zwar mit concentrirtem Kochsalz, Glaubersalz und Chlorcalciumlösungen, so wie mit einer concentrirten Kochsalzlösung, die mit dem gleichen Volumen Wasser verdünnt war, doch sah er hiebei von einer Wiederbelebung der Nerven durch Wasser keine Spur. Ich stellte meine Versuche so an, dass ich den Ischiadicus, der bis nahe ans Kniegelenk frei präparirt war, ganz in die

Digitized by Google

zu untersuchende Lösung eintauchte. Zur Prüfung seiner Reizbarkeit wurde er isolirt und erst mit schwächeren Strömen des *Du Bois*'schen Schlittens oder der *Bernard*'schen electrischen Pincette, später auch mit starken Strömen gereizt; war die letzte Spur der Reizbarkeit verschwunden, so wurde er wieder ganz in die diluirte Solution eingetaucht und dann von Zeit zu Zeit wie vorhin untersucht, und auch die Dauer der wieder neu erweckten Reizbarkeit bestimmt. Mehrere Experimente misslangen, weil die Muskeln, wie ich schon in meiner vorläufigen Notiz angegeben habe, in Folge des vorhergegangenen Tetanus in sehr kurzer Zeit starr wurden, ein Verhalten, das auffallender Weise bei Herrn *Ordenstein* keine Berücksichtigung gefunden hat. Bei den gelungenen Versuchen trat die Reizbarkeit meist erst nach längerer Zeit (20′—1^h und mehr) wieder auf, nachdem die Nerven längst wieder aufgequollen waren, und verdient daher auch die auf gut Glück hingeworfene Bemerkung des Herrn *Ordenstein*, dass man nicht wisse, ob die Reize, welche der in Salzlösung gelegene Nerv nicht mehr beantworte, dieselbe Grösse haben wie die, welche an dem behufs der Wiederbelebung in Wasser gelegenen angebracht werden, mit andern Worten, ob der Leitungswiderstand der Salzlösung für Electricität nicht grösser sei als der des Wassers, keine weitere Berücksichtigung. Meine Erfahrungen sind so bestimmt, dass ich nicht im Geringsten anstehe, es nur dem Mangel an Ausdauer des Herrn *Ordenstein* zuzuschreiben, wenn er nie eine Wiederbelebung eines in einer concentrirten Solution unwirksam gemachten Nerven sah.

Ich führe nun auch hier wiederum einige Versuche in extenso an:

Erster Versuch. (Mai 1857.)

3^h 14′ Mittags. Der Nerv wird in eine 10% Lösung von Kochsalz von 14° R. gelegt, worauf gleich Tetanus der Unterschenkelmuskeln eintritt.
— 29′ Der Tetanus ist verschwunden, dagegen sind noch Zuckungen da.
— 37′ Ebenso.
— 42′ Ebenso.
4^h — Die Zuckungen sind verschwunden. Der Nerv reagirt weder auf die Pincette, noch auf den starken Strom des Schlittens.
4^h 1′ Der Nerv kommt in eine Kochsalzlösung von ½%.
4^h 10′ Der Nerv reagirt auf den starken Strom des Schlittens nicht.
4^h 40′ Jetzt ist der Nerv mit der Pincette schwach reizbar.
5^h — Reizbarkeit mit der Pincette geprüft vollkommen.
5^h 20′
5^h 45′ } Ebenso. Der Versuch wird beendet.
5^h 55′

Zweiter Versuch. (Mai 1857.)

3^h 17′ Der andere Nerv desselben Frosches kommt in Kochsalz von 10%.
— 18′ Lebhafte Zuckungen der Muskeln.
— 36′ Zuckungen schwach.

3^h 59′ Die Zuckungen sind verschwunden, der Nerv ist noch mit der Pincette schwach reizbar.
4^h 11′ Nerv todt bei Reizung mit der Pincette und dem starken Strome des Schlittens.
4^h 12′ Kommt in Kochsalz von ½%.
4^h 20′ Ist noch nicht reizbar, weder mit Pincette noch mit starkem Strome des Schlittens.
4^h 42′ Nerv mit der Pincette schwach reizbar.
5^h — Mit der Pincette ist nichts zu erzielen.
5^h 20′ Nun reagirt der Nerv ziemlich ordentlich auf den Reiz der Pincette.
5^h 46 } Der Nerv ist gut reizbar, aber etwas schwächer als der der andern
5^h 57 } Seite.

Dritter Versuch. (Mai 1857).

11^h 15′ Der Nerv kommt in Kochsalz von 10%; gleich starker Tetanus.
11^h 45′ Nerv, ganz todt, auch bei Reizung mit starkem Strome des Schlittens.
11^h 50′ Derselbe kommt in Kochsalz von ½%.
12^h 5′ Noch keine Reaction, weder auf die Pincette noch den starken Strom des Schlittens.
12^h 15′ Ebenso.
12^h 30′ Jetzt ist der Nerv ganz gut reizbar bei Anwendung der Pincette.
12^h 45′ } Ebenso.
1^h }
2^h 50′ Der Nerv ist nicht mehr reizbar.

Vierter Versuch. (21. Jan. 1858)

3^h 16′ Der Nerv kommt in Kochsalz von 10%.
4^h 25′ Reagirt auch auf den Strom des Schlittens (bei halb übergeschobener Rolle) nicht mehr.
4^h 26′ Kommt in Kochsalz von ½%.
4^h 52′ Nerv immer noch reizlos.
5^h 7′ Ebenso.
5^h 30′ Nun wirkt derselbe schwach aber bestimmt auf den Gastrocnemius bei Reizung mit der Pincette.
5^h 50′ Ebenso. Der Nerv wird die Nacht über an einem kühlen Orte aufbewahrt.
Am folgenden Morgen um
10^h 15 ist der Nerv ganz gut mit der Pincette reizbar und wirkt auf den Gastrocnemius und die Extensoren.
1^h 30′ Ebenso, wirkt auch auf die Zehen.
4^h Der Nerv ist mit der Pincette noch schwach reizbar.

Fünfter Versuch. (22. Jan. 1858).

22. Jan. 3^h 13′ Nerv in Kochsalz von 10%. Gleich Tetanus.
4^h 2′ Zuckungen fertig. Nerv am untern Ende noch etwas mit der Pincette reizbar.
4^h 12′ Ebenso. Nerv wirkt vom untersten Ende aus noch ganz schwach auf die Zehen.

Digitized by Google

4^h 22′ Nerv todt bei Reizung mit der Pincette und dem Schlitten (bei halb und ganz übergeschobener Rolle).
4^h 23′ Nun in Kochsalz von ½%.
4^h 53 Nerv immer noch reizlos mit Pincette und starkem Strom des Schlittens.
5^h 8′, 5^h 30′, 5^h 50′ Ebenso. Der Nerv wird die Nacht über in einem kühlen Raume aufbewahrt.
23. Jan. 10^h 15′ Nun ist der Nerv und zwar ganz hübsch reizbar und zwar auch mit der Pincette und wirkt auf alle Unterschenkelmuskeln. Wahrscheinlich war derselbe schon am vorigen Abend reizbar geworden.
1^h 30′ Genau ebenso.
4^h 2′ Immer noch starke Zuckungen der Muskeln bei Reizung des Nerven sowohl mit der Pincette und dem Schlitten. Dieselben sind nicht unipolar, denn sie bleiben nach dem Quetschen des untersten Stückes des Nerven aus.

Gegen solche Versuche wird wohl selbst Herr *Ordenstein* nichts einzuwenden wissen. Eine weitere Aufzählung halte ich für überflüssig und gebe ich im Folgenden noch eine tabellarische Uebersicht der von mir in dieser Richtung angestellten Versuche.

Tab. I.

Nummer der Versuche.	Tödtende Solution.	Zeit in der der Nerv abstarb.	Belebende Solution.	Zeit, nach der der Nerv in der 2. Solution wieder reizbar wurde.	Dauer dieser Reizbarkeit.	Temperatur d. Solutionen.
1	Kochsalz von 5%	3^h 2′	2 Na O, Ho, Po_5 von 3%	gelingt nicht; die Muskeln sind nicht mehr reizbar.	—	15° R.
2	Kochsalz von 9%	25′	Wasser	gelingt nicht in 53′	1^h später die Muskeln starr	15° R.
+3	Kochsalz von 10%	46′	Kochsalz von ½ %	39′	nach 1^h 15′ noch reizbar	14° R.
+4	Kochsalz von 10%	1^h 14′	2 Na O, Ho, Po_5 von 3%	1^h 5′	nach 2^h 8′ die untern ½ noch reizbar	13° R.
+5	Kochsalz von 10%	57′	Kochsalz von ½ %	30′	nach 1^h 17′ noch reizbar	14° R.
+6	Kochsalz von 10%	53′	2 Na O, Ho, Po_5 von ½ %	21′	2^h 11′	16½° R.
+7	Kochsalz von 10%	30′	Kochsalz von ½ %	40′	nach 30′ noch reizbar; nach 2^h 20′ nicht mehr	15° R.
+8	Kochsalz von 10%	54′	- - -	20′	nach 2^h 27′ noch reizbar	16½° R.

Nummer der Versuche.	Tödtende Solution.	Zeit in der der Nerv abstarb.	Belebende Solution.	Zeit, nach der der Nerv in der 2. Solution wieder reizbar wurde.	Dauer dieser Reizbarkeit.	Temperatur d. Solutionen.
+9	Kochsalz von 10%	1^h 9′	Kochsalz von ½ %	1^h 4′	nach 23^h 30′ noch reizbar	6° R.
+10	Kochsalz von 10%	46′	2 Na O, Ho, Po_5 von 1%	22′	2^h 13′	16⅔° R.
+11	Kochsalz von 10%	1^h 9′	Kochsalz ½ %	nach 1^h 28′ noch nicht nach 17^h 52′ beobachtet	?	6° R.
+12	Kochsalz von 10%	40′	Wasser	15′	2^h 18′	16⅔° R.
13	Kochsalz von 10%	1^h 45	Kochsalz von ½ %	gelingt nicht	—	14° R.
14	Kochsalz von 10%	1^h 27′	- - -	- -	—	14° R.
15	Kochsalz von 10%	1^h 3′	- - -	- -	—	14° R.
16	Kochsalz von 10%	59′	- - -	- -	—	14° R.
17	Kochsalz von 10%	50′	- - -	- -	—	14° R.
18	Kochsalz von 10%	46′	- - -	- -	—	14° R.
19	Kochsalz von 15%	36′	verdünnte Zuckerlösung	- -	—	16° R.
20	Kochsalz von 20%	37′	2 Na O, Ho, Po_5 3%	- -	—	15° R.
21	Kochsalz von 20%	18′	2 Na O, Ho, Po_5 3%	- -	—	15° R.
+22	Kochsalz von 20%	18′	Wasser	50′	2^h 2′	15° R.
23	Kochsalz von 25%	14′	Wasser	gelingt nicht; nach 1^h 14′ fast alle Muskeln starr	—	15° R.
24	Kochsalz concentrirt	18′	2 Na O, Ho, Po_5 von 1%	gelingt nicht	—	15° R.
+25	Kochsalz concentrirt	14′	2 Na O, Ho, Po_5 von 1%	2^h 25′	28′ lang beobachtet; nach 50′ nichts mehr	15° R.
26	2 Na O, Ho, Po_5 v. 9%	1^h 28′	Wasser	gelingt nicht; 1^h nach dem HO Zusatz die Muskeln starr	—	15° R.
27	2 Na O, Ho, Po_5 v. 20%	?	Kochsalz von ½ %	gelingt nicht; 1^h 30 nach dem Na Cl Zusatz die Muskeln starr	—	15° R.
+28	Glaubersalz 9%	6^h —	Wasser	5′	1^h 5′	15,3° R.
+29	Glaubersalz 15%	1^h 28′	-	27′	1^h 2′	15,5° R.

Digitized by Google

Nummer der Versuche.	Tödtende Solution.	Zeit in der der Nerv abstarb.	Belebende Solution.	Zeit, nach der der Nerv in der 2. Solution wieder reizbar wurde.	Dauer dieser Reizbarkeit.	Temperatur d. Solutionen.
+30	Glaubersalz 18%	1h 25′	Wasser	24′	1h 5′	15,5°R.
+31	Glaubersalz 20%	1h 25′	-	26′	1h 15′	15,5°R.
+32	Glaubersalz 25%	55′	-	8′	1h 59′	15,5°R.
+33	Glaubersalz 25%	1h —	-	6′	35′ lang beobachtet	15,° R.
+34	Glaubersalz 30%	49′	-	16′	1h 48′	14,7°R.
+35	Glaubersalz 30%	55′	-	20′	2h —	15,5°R.

Unter 35 Versuchen gelangen somit 20; bei den 15 missglückten wurden in 5 die Muskeln in der kürzesten Zeit starr gefunden, was schon an und für sich ein Gelingen unmöglich machte, bei den andern blieb die Ursache des Nichterfolges verborgen. Von den gerathenen Versuchen sind besonders 4, 9, 11 und namentlich 25 bemerkenswerth, weil in diesen eine lange Zeit verstrich, bevor der Nerv wieder reizbar wurde. Im Allgemeinen ist zu sagen, dass die Versuche mit Glaubersalz besser gelangen als die mit Kochsalz und dass bei diesen die Versuche mit 10% Lösungen in der Mehrzahl glückten, während von 7 Experimenten mit stärkeren Solutionen 5 versagten. Herr *Ordenstein* wird es daher wohl auch mit der zu geringen Zahl seiner Versuche zuzuschreiben haben, wenn er nur negative Resultate erhielt.

3. Dauer der Reizbarkeit der Nerven in verschiedenen Solutionen.

In meiner vorläufigen Mittheilung hatte ich contra *Eckhard* den Satz aufgestellt: »Es ist ein allgemeines Gesetz, dass die Reizbarkeit der Nerven den Zustand der Erregung derselben um eine gewisse Zeit überdauert.« Auch diesen Satz beanstandet Herr *Ordenstein* für concentrirte Kochsalzsolutionen, sieht sich dagegen genöthigt, denselben für solche, die mit dem gleichen Volum Wasser verdünnt waren, zuzugeben und ebenso auch für concentrirte Lösungen von Glaubersalz, und phosphorsaurem Natron wenigstens in gewissen Fällen. Wie Recht ich hatte, den angegebenen Satz auszusprechen, ist aus den folgenden Tabellen zu ersehen, in die auch die Prüfungen diluirter Solutionen eingetragen sind. Die Temperatur der Salzlösungen war 15—16° R., die zur Nervenreizung angewandten Ströme dieselben wie bei der vorigen Versuchsreihe. Ein Aufhören der Muskelzuckungen wurde erst dann angenommen, wenn auch nicht die leisesten Bewegungen an den Zehen und dem Gastrocnemius wahrzunehmen waren.

a. Versuche mit Kochsalz.

Tab. II.

Nummer d. Versuche.	Stärke der Solution.	Verhalten der Muskelzuckungen.	Dauer derselben.	Dauer der Nervenreizbarkeit.	Verhalten der Muskeln.
1	1/2 pCt.	Aeusserst schwache Zuckungen der Zehen	2′	25^h 30′	nach 42^h starr gefunden.
2	1/2 –	Keine	—	7^h 23′	nach 7^h 12′ Unterschenkelmuskeln nicht mehr reizbar, Tarsusmuskeln reizbar
3	1/2 –	Keine	—	6^h 55′	nach 7^h 35′ Unterschenkelmuskeln nur spurweise reizbar, Tarsus reizbar
4	5 –	Anfangs schwach nach 47′ lebhaft	1^h 22′	3^h 2′	reizlos nach 3^h 58′
5	9 –	Lebhaft	15′	25′	nach 2^h 40′ viele Tarsusmuskeln und der ganze Unterschenkel starr
6	10 –	Anfangs schwach später fast Tetanus	43′	53′	nach 3^h 28′ Muskeln gut reizbar
7	10 –	Ebenso	43′	54′	ebenso
8	10 –	Ebenso nur schwächer	33′	46′	gut reizbar nach 3^h 33′
9	10 –	Ebenso	33′	40′	ebenso, doch Unterschenkel schwächer reizbar
10	10 –	Tetanus	48′	28′	gut reizbar nach 2^h 41′
11	10 –	Lebhaft	42′	50′	gut reizbar nach 2^h
12	10 –	Tetanus	49′	1^h 6′	gut reizbar nach 25^h
13	15 –	Lebhaft, nach 4′ Tetanus	12′	nach 12′ noch vorhanden, nach 31′ nicht mehr da	?
14	20 –	Tetanus	35′	37′	nach 4^h 3′ grösstentheils reizlos
15	20 –	Tetanus	11′	18′	nach 2^h 23′ reizlos
16	20 –	Tetanus	16′	18′	nach 5^h alle reizlos

Nummer d. Versuche.	Stärke der Solution.	Verhalten der Muskelzuckungen.	Dauer derselben.	Dauer der Nervenreizbarkeit.	Verhaltender Muskeln.
17	25 pCt.	Tetanus	12′	14′	nach 1h 28′ alle Muskeln starr, mit Ausnahme des kurzen Zehenstreckers
18	26,5 -	Tetanus	9′	14′	nach 3h 30′ reizlos
19	26,5 -	Tetanus	15′	nach 15′ noch vorhanden nach 20′ verschwund.	?

b. Versuche mit Glaubersalz.

Tab. III.

Nummer d. Versuche.	Stärke der Solution.	Verhalten der Zuckungen.	Dauer derselben.	Dauer der Reizbarkeit der Nerven am Schnittende	am unt. Theil.
1	½ pCt.	Keine	—	1h 20′	nach 2h 7′ noch, nach 3h 5′ nicht mehr
2	1 -	Keine	—	21h 30′	22h
3	1½ -	Keine	—	5h 50′	6h
4	2½ -	Keine	—	24h	26h 30′
5	3 -	Keine	—	22h	23h
6	3 -	Nach 42′ leise Zuckungen	3′	nach 7h 32′ noch reizbar	?
7	4½ -	Keine	—	?	3h 44′
8	5 -	Nach 42′ leise vorübergehende Zuckungen	—	6h 5′	6h 39′
9	7 -	Keine	—	nach 4h noch reizbar	?
10	7 -	Keine	—	?	5h
11	9 -	Keine	—	nach 4h noch reizbar	?
12	9 -	Keine	—	?	6h
13	12 -	Keine	—	nach 3h 23′ noch reizbar	?
14	15 -	Nach 3′ Zuckungen, nach 11′ Tetanus, dann Zuckungen	28′	nach 1h 14′ noch gut reizbar	1h 28′

Nummer d. Versuche.	Stärke der Solution.	Verhalten der Zuckungen.	Dauer derselben.	Dauer der Reizbarkeit des Nerven am Schnittende	am unt. Theil.
15	18 pCt.	Nach 3′ Zuckungen, nach 8′ Tetanus	28′	1ʰ 13′	1ʰ 25′
16	20 –	Nach 4′ lebhafte Zuckungen	15′	1ʰ 11′	1ʰ 25′
17	25 –	Nach 2′ Zuckungen, nach 5′ ordentlicher Tetanus	15′	nach 40′ noch ganz reizbar	55′
18	25 –	Erst Zuckungen, nach 5′ Tetanus, dann wieder Zuckungen	24′	?	1ʰ
19	30 –	Nach 2′ Zuckungen, nach 15′ Tetanus	28′	nach 41′ noch ganz reizbar	55′
20	30 –	Nach 1′ Tetanus, dann Zuckungen	30′	?	49′

c. Versuche mit zweibasisch phosphorsaurem Natron.

Tab. IV.

Zahl der Versuche.	Stärke der Solution.	Verhalten d. Zuckungen.	Dauer derselben.	Dauer der Reizbarkeit m Schnittende des Nerven	an seinem untern Theil.
1	½ pCt.	Keine	—	1ʰ 28′	2ʰ 43′
2	2½ –	Schwach vereinzelt	?	5ʰ 3′	8ʰ
3	2½ –	Keine	—	?	5ʰ 12′
4	2½ –	Keine	—	?	6ʰ
5	3 –	Leichte	?	4ʰ	5ʰ
6	3 –	Leichte	?	?	5ʰ 38′
7	3 –	Schwache	1ʰ 15′	?	6ʰ 55′
8	9 –	Anfangs schwach, nach 15′ ziemlich lebhaft	35′	?	1ʰ 28′
9	20 –	Nach 5′ leise, lebhafter nach 25′	50′	?	mehr als 3ʰ 9′ weniger als 5ʰ

Eine Beanstandung dieser Versuche mit Bezug auf den von mir ausgesprochenen Satz, dass die Reizbarkeit der Nerven den Zustand der Erregung derselben überdaure, dass somit die Zuckung nicht von dem durch die concentrirten Salzlösungen plötzlich herbeigeführten Tode der Nerven herrühre, scheint mir nicht möglich. Ich habe mich bei denselben vor unipo-

laren Zuckungen gesichert und auch stets die gänzliche Ruhe der Muskeln abgewartet, bevor ich reizte, und wüsste ich daher nicht, was gegen die Resultate eingewendet werden könnte. Uebrigens hat ja auch Herr *Ordenstein* in dieser Beziehung wenigstens z. Th. dasselbe gefunden wie ich, und steht eigentlich fast nur die concentrirte Kochsalzlösung in Frage. Bei dieser habe auch ich nur eine kurze Dauer der Erregbarkeit der Nerven nach dem Aufhören der Zuckungen gesehen und will ich Herrn *Ordenstein* schon zugeben, dass dieselbe nicht in allen Fällen zu beobachten ist. Hierdurch wird jedoch die Bedeutung der von mir gefundenen positiven Ergebnisse nicht im Geringsten getrübt und bleibt desswegen die von mir vertheidigte Auffassung der Zuckungen durch concentrirte Lösungen doch im Rechte.

Die Tabellen II—IV ergeben, so unvollständig dieselben auch sind, doch noch einige andere Resultate, auf die ich in Kürze aufmerksam machen will.[1]) Einmal zeigen dieselben, dass bei gleichen Concentrationen das Kochsalz stärker wirkt als das Glaubersalz und das phosphorsaure Natron, ein Resultat, das mit dem bei den Samenfäden von mir Gefundenen ganz übereinstimmt, und zweitens lehren dieselben auch, dass es bei beiden Salzen eine Concentration giebt, die so zu sagen unschädlich ist. In einer ½ % Kochsalzlösung erhielt sich ein Nerv 25½ Stunden reizbar und beim Glaubersalz fand ich bei Lösungen von 1, 2½ und 3 per Cent eine Dauer der Reizbarkeit von 22, 26½ und 23 Stunden. Meine Beobachtungen sind zu wenig zahlreich, um die Wirkungsweise der beiden Salzlösungen durch eine auf vollkommene Gültigkeit Anspruch machende Curve auszudrücken, nichts desto weniger scheinen mir dieselben alle Beachtung zu verdienen und müssen auf jeden Fall von allen denen wohl gewürdigt werden, welche Versuche über die Einwirkung verschiedner Substanzen in Lösung auf die Nerven anstellen, worüber mein Artikel über Urari nachzusehen ist. Aus diesem Grunde will ich auch noch besonders hervorheben, dass W a s s e r nichts weniger als eine indifferente Substanz ist, wie vielleicht aus *Eckhard's* Angabe, dass dasselbe innerhalb der Temperaturgrenze 0—16° R. eine auffallend erhaltende Kraft habe, gefolgert werden könnte. Schon im vorigen Jahrhundert hat *Fontana* gezeigt (l. c. pg. 451), dass Nerven in Wasser ungefähr 100 Minuten reizbar

1) In meiner mehrmals citirten Mittheilung habe ich gestützt auf meine Versuche mit Salzlösungen auch den Satz aufgestellt, dass das Nervenmark nicht, sondern nur der Axencylinder leite. In der 2. Aufl. seiner Physiologie p. 617 sagt *Funke* mit Bezug auf diesen Satz: »Bestimmte Beweise für diese Ansicht fehlen; wenn *Kölliker* als solchen angiebt, dass die Reizbarkeit auch nach eingetretener »Gerinnung des Markes« noch erhalten bleibe, so ist diess ebenfalls auch nur eine Behauptung, die durchaus nicht sicher erwiesen ist,« worauf ich mir zu bemerken erlaube, dass es ein eigenes Verfahren ist, eine von mir bestimmt angegebene Thatsache, dass nämlich Nervenröhren mit Mark, das mikroskopisch nachweisbar geronnen ist (Siehe auch Virch. Archiv X pg. 68), noch vollkommen gut leiten, so ohne Weiteres als nicht erwiesen zu bezeichnen.

Digitized by Google

bleiben, was ich im Ganzen bestätigen kann. Ich fand bei vielen Versuchen, dass bei einer Temperatur des Wassers von 13—16° R. Nerven am Schnittende in Zeit von 1h 20′—2h reizlos werden, und auch am mittleren und unteren Theile die Leistungsfähigkeit höchstens bis in die 3. und den Anfang der 4. Stunde hinein erhalten. —

4. Wiederbelebung von Nerven, die in Wasser abgestorben sind.

Ich füge nun auch die in dieser Richtung gemachten Versuche bei, die mir bis jetzt fast nur mit Wasser gelungen sind. Doch zweifle ich nicht, dass bei weiterer Verfolgung derselben günstigere Resultate zu erzielen sein werden. Die Methode war dieselbe wie bei den vorigen Versuchen und bemerke ich nur, dass die Nerven stets ganz in die Flüssigkeit eingetaucht waren, und dass die Temperatur der angewandten Solutionen 13—16° R. war.

d. Wiederbelebungen nach diluirten Solutionen.

Tab. V.

Nummer d. Versuche.	Tödtende Solution.	Zeit, in welcher d. Nerv starb.	Belebende Solution.	Zeit, in der der Nerv seine Reizbarkeit erhielt.	Dauer derselben.
+1	Wasser	1h 17′	Natr. phosph. von 3 pCt.	nach 1h 20, reizbar gefunden	?
+2	-	1h 17′	Natr. phosph. von 3 pCt.	ebenso	?
3	-	2h 51′	Natr. phosph. von 3 pCt.	nach 1h 22′ Nerv nicht reizbar	—
4	-	2h 46′	Natr. phosph. von 3 pCt.	nach 55′ nichts	—
+5	-	2h 46′	Natr. phosph. von 3 pCt.	nach 55′ reizbar	?
6	Kochsalz von 3 pCt.	6h 55′	Natr. phosph. von 9 pCt.	gelingt nicht, der Nerv bleibt geschrumpft	—
+7	Natr. phosph. von 3 pCt.	6h 55′	Natr. phosph. von 9 pCt.	10′	25′
8	Wasser	2h 27′	Natr. phosph. von 9 pCt.	kein Resultat nach 1h 10′	—
9	-	2h 27′	Natr. phosph. von 9 pCt.	kein Resultat nach 1h 52′	—
+10	-	3h	Kochsalz von 3 pCt.	nach 40′ kein Resultat, dann Na Cl von 15 pCt. nach 15′ Nerv reizbar	22′

Nummer d. Versuche.	Tödtende Solution.	Zeit, in welcher d. Nerv starb	Belebende Solution.	Zeit, in der der Nerv seine Reizbarkeit erhielt.	Dauer derselben.
+11	Wasser	3^h	Kochsalz von 4 pCt.	nach 20′ Beginn der Reizbarkeit	1^h 20′
12	–	2^h 12′	Kochsalz von 5 pCt.	nach 58′ nichts, nun in Na Cl von 25 pCt.; nach 37′ auch nichts	—
13	–	2^h 7′	Kochsalz von 7 pCt.	nach 57′ nichts, nun in Na Cl. von 25 pCt.; nach 38′ immer nichts	—

Hiermit ende ich diese Mittheilung, indem ich noch einmal bemerke, dass ich diese bei weitem nicht abgeschlossene Untersuchungsreihe nicht veröffentlicht hätte, wenn es mir nicht nöthig erschienen wäre, die Angaben des Herrn *Ordenstein* auf ihr richtiges Maass zurückzuführen. Ich sehe voraus, dass mir für die nächste Zeit keine Musse zur weitern Verfolgung dieser Angelegenheit bleiben wird, und wird es mir daher sehr lieb sein, wenn Andere derselben sich weiter annehmen wollen. Nur möge Jeder, der an solche Versuche geht, sich mit Geduld wappnen und ausserdem auch den Einfluss der Temperaturen (bes. den günstigen Einfluss niederer Wärmegrade für Wiederbelebungen) und der verschiedenen Concentrationen der Salzlösungen nicht ausser Augen lassen, indem durch Nichtbeobachtung der letzteren Momente der günstige Erfolg vollkommen aufs Spiel gesetzt würde.

Würzburg im April 1858.

Zehn neue Versuche mit Urari.

Von

A. Kölliker.

In einer vor Kurzem unter *Reichert's* Leitung erschienenen Dissertation stellt Herr *Haber*[1]) mit Bezug auf die Wirkung des Urari oder Curare einige neue Sätze auf, von denen mir besonders zwei einer näheren Beleuchtung werth erschienen, nämlich 1) dass das Pfeilgift die Nervenstämme ganz und gar nicht afficire, und 2) dass das Rückenmark im Allgemeinen erst 8—10 Stunden nach der Vergiftung gelähmt werde. — Ich hatte, wie man sich erinnern wird, angegeben, dass das Pfeilgift zwar in erster Linie nur die Nervenendigungen in den Muskeln lähme, dagegen später (in 3—4 Stunden) auch die Nervenstämme tödte und mit Bezug auf die Reflexe gefunden, dass dieselben immer früher schwinden als die Leistungen der motorischen Stämme, und war es mir daher sehr befremdend, die angegebenen Sätze bei *Haber* zu finden. Da ich nun von *Pelikan* wusste, dass *Reichert* von ihm *Bernard*'sches Curare erhalten und wir beide hier dieses Curare bedeutend unwirksamer als mein von *Christison* und *Brodie* in England erhaltenes gefunden hatten, so war mein erster Gedanke der, es möchten die widersprechenden Resultate *Haber's* davon herrühren, dass das von ihm angewandte Gift minder gut war. Auf der andern Seite musste ich mir aber auch sagen, dass meine eigenen Versuche nicht die nöthige Vollständigkeit besitzen, indem einmal dieselben alle bei Zimmertemperatur von 16° R. angestellt waren und zweitens mit Bezug auf die Dauer der Reflexe der Umstand ungünstig war, dass ich bei mehreren Experimenten kurze Zeit nach der Vergiftung das Herz ausgeschnitten hatte, was, wie ich jetzt weiss (Siehe meine Versuche mit *Antiar* in Würzb. Verh. Bd. VIII), auf jeden Fall ein baldiges Aufhören der Reflexbewegungen nach sich ziehen musste. Auch hatte ich gerade in den schlagendsten Versuchen den blosgelegten Nervus ischiadicus vielleicht nicht so vor dem Eintrocknen geschützt als

1) Quam vim venenum Curare exerceat in nervorum cerebrospinalium systema, Vratislaviae 1857.

es möglich war. Aus allen diesen Gründen beschloss ich eine neue Reihe von Versuchen vorzunehmen, um wo möglich einen Einklang zwischen den verschiedenen widerstreitenden Angaben herzustellen. Diese Versuche wurden alle folgendermaassen ausgeführt. Bei Fröschen wurde zuerst ein Bein nach der früher von mir angegebenen Weise bis auf den Nervus ischiadicus getrennt (bei einem einzigen Versuche liess ich den von seiner Beinhaut befreiten Femur stehen), dann durch eine Hautwunde das Gift beigebracht und, sobald die Wirkung eingetreten war, der Frosch unter einer Glasglocke in einem mit Wasserdämpfen gesättigten Raume aufbewahrt. Von Zeit zu Zeit wurde derselbe untersucht und zwar solange Reflexe zu erzielen waren in keiner andern Weise. Auf Reflexe wurde erst nur durch mechanische Reize, durch Zwicken der Zehen und Finger mit einer Pincette geprüft, dann, wenn diese nicht mehr ausreichten, durch Betupfen der Nase und anderer Gegenden mit Natron causticum, endlich auch mit Electricität (dem Schlitten), wobei jedoch das Ansetzen der Electroden an die hinteren drei Viertheile des Rumpfes vermieden wurde, um nicht auf die Stämme des Plexus ischiadicus zu wirken. Waren die Reflexe geschwunden und handelte es sich schliesslich darum, die Dauer der Reizbarkeit der motorischen Stämme zu prüfen, so wurde der Plexus ischiadicus von hinten her blosgelegt, durch einen untergelegten Glasstab, ohne ihn abzutrennen, isolirt und, solange es anging, mit der electrischen Pincette gereizt. Wirkte diese nicht mehr, so kam der Schlitten an die Reihe, bei dem jedoch wegen der unipolaren Zuckungen die stärkeren Ströme nur mit grosser Vorsicht zu gebrauchen sind. In zweifelhaften Fällen wurde keine erhaltene Zuckung acceptirt, wenn nicht durch das Ausbleiben derselben nach Quetschung oder Unterbindung der untersten Enden des Ischiadicus bewiesen werden konnte, dass dieselbe nicht durch Stromesschleifen erzeugt war. — Von den 10 neuen in dieser Weise angestellten Versuchen wurden 4 bei 17—18° R., die andern 6 bei 5—6° R. vorgenommen und gebe ich nun im Folgenden statt einer weitläufigen Schilderung einfach eine tabellarische Uebersicht der erhaltenen Resultate.

Art des Giftes.	Temperatur.	Dauer der Reflexe.	Dauer der Reizbarkeit der Nerven.
I. Urari von *Christison*; Femur nicht getrennt	5—6° R.	17^h lang beobachtet nach Betupfen von Kopf und Händen mit Natron causticum	Nach 17^h Nerven noch mit der Pincette reizbar
		25^h nach der Vergiftung waren dieselben geschwunden	25^h nach dem Versuch nichts mehr

Art des Giftes.	Temperatur.	Dauer der Reflexe.	Dauer der Reizbarkeit der Nerven.
II. Urari von *Christison.* Femur getrennt	5—6° R.	17h nach der Vergiftung Reflexe auf mechanischen Reiz;	17h nachher vorhanden
		25h nachher noch durch den Schlitten bei angeschobener Rolle zu erzielen bei Reizung des Kopfes?	25h nach der Vergiftung bei Reizung mit dem Schlitten bei angeschobener Rolle noch vorhanden
		41h nachher geschwunden	41h nachher geschwunden
III. Urari von *Brodie*	5—6° R.	6h 30′ nach der Vergiftung nicht mehr zu erzielen	6h 30′ nach der Vergiftung Nerven mit der Pincette reizbar; nach 21h5′ Reizbarkeit auf den electrischen Reiz da aber schwach,
IV. Urari von *Brodie*	5—6° R.	nach 6h 7′ sehr schön auf mechanischen Reiz	nach 22h Nerven mit Pincette gut reizbar
		nach 22h nichts	nach 25h nicht mehr, auch mit dem *Schlitten* nicht
V. Urari von *Brodie*	5—6° R.	9h nach der Vergiftung sehr schön auf mechanischen Reiz	9h nachher vorhanden
		nach 21h nichts zu erzielen	nach 21h nichts. Bei diesem Frosch wurde nach 23h das Herz todt gefunden
VI. Urari von *Brodie*	5—6° R.	9h nachher sehr gut auf mechanischen Reiz	9h nachher vorhanden
		nach 21h nichts	nach 21h nicht. Auch bei diesem Frosch Herz nach 23h todt.
VII. Urari von *Brodie*	17—18° R.	4h 15′ nach der Vergiftung nach mechanischem Reizen	4h 15′ nachher Nerven reizbar
		nach 6h nichts, auch bei electrischem Reize nicht	nach 6h nicht mehr.

Digitized by Google

Art des Giftes.	Temperatur.	Dauer der Reflexe.	Dauer der Reizbarkeit der Nerven.
VIII. Urari von *Brodie*	17—18° R.	nach 1^h 15′ gut auf mechanischen Reiz nach 4^h 22′ nichts auch bei electrischen Reizen nach 6^h nichts	nach 4^h 55′ Nerven durch den Schlitten erregbar bei 1″ Abstand der 2. Rolle nach 6^h nichts.
IX. Urari von *Brodie*	17—18° R.	nach 3^h 15′ nichts	nach 4^h 45′ gut nach 6^h 15′ Nerven mit der Pincette reizbar nach 9^h nichts
X. Urari von *Brodie*	17—18° R.	nach 3^h 5′ nichts	nach 3^h 5′ Nerven reizbar nach 4^h 10′ nicht mehr

Stellen wir diese Zahlen in etwas anderer Weise zusammen, so ergiebt sich, dass

A. Die Reflexe

bei 17—18° R.		bei 5—6° R.	
beobachtet wurden nach	fehlten nach	beobachtet wurden nach	fehlten nach
4^h 15′	6^h	17^h	25^h
1^h 15	4^h 22′	25^h	41^h
—	3^h 15	6^h 7′	22^h
—	3^h 15	9^h	21^h
		9^h	21^h
		—	6^h 30′

B. Die Reizbarkeit der motorischen Stämme.

bei 17—18° R.		bei 5—6° R.	
beobachtet wurde nach	fehlte nach	beobachtet wurde nach	fehlte nach
4^h 15′	6^h	17^h	25^h
4^h 55′	6^h	25^h	41^h
6^h 15′	9^h	21^h	?
3^h 15′	4^h 10′	22^h	25^h
		9^h	21^h
		9	21^h

Es ergiebt sich somit als Endresultat:

1) Dass die Reflexe in der Wärme 1^h 15—4^h 15′ dauerten und nach 3—6^h nicht mehr gefunden wurden.

2) Dass dieselben dagegen in der Kälte 6^h $7'$—25^h anhielten, nach 6^h $30'$—41^h dagegen nicht mehr da waren.

3) Dass die Reizbarkeit der mororischen Stämme in der Wärme 3^h 15—6^h 15' sich erhielt und nach 4—9^h nicht mehr gefunden wurde, wogegen

4) in der Kälte dieselbe 9—25^h sich erhielt, nach 21—41^h fehlte. —

Ich hätte diese Versuche weiter ausgedehnt, wenn dieselben nicht, wie sie vorliegen, trotz gewisser Mängel, doch ein ganz gutes Licht auf die vorliegende Frage werfen würden. Wahrscheinlich hat *Haber* in den Fällen, in denen er eine längere Dauer der Reizbarkeit beobachtete, bei niederen Temperaturen experimentirt, worüber bei ihm zwar nichts angegeben ist, was aber daraus hervorzugehen scheint, dass seine Versuche wahrscheinlich im October und November gemacht sind (die Dissertation wurde am 26. Nov. vertheidigt und im Juli erhielt *Reichert* das Gift von *Pelikan*), und sich dadurch bewegen lassen, meine früheren Angaben in Zweifel zu ziehen, die alle auf Experimente sich beziehen, die, wie ich ausdrücklich bemerkt hatte, bei 14—16° R. angestellt waren. Meine neuen Versuche zeigen, dass sowohl seine als auch meine Angaben richtig sind, was dann allerdings den Schlusssatz von *Haber*, dass Urari die motorischen Nerven gar nicht afficire, als unrichtig erscheinen lässt. Uebrigens erhält sich nicht blos in der Wärme, sondern auch bei niedern Temperaturen die Reizbarkeit der vergifteten Nerven nicht so lang wie bei gesunden Fröschen, denn bei letztern bezeichnen 25^h noch lange nicht das Ende der Reizbarkeit. —

Mit Bezug auf die allgemeine Frage der Muskelirritabilität beweist die nun von *Haber* aufgefundene und von mir in ihren Modalitäten aufgeklärte lange Dauer der Reizbarkeit der motorischen Stämme unter gewissen Verhältnissen noch besser als meine früheren Versuche, dass das Urari nur die allerletzten Enden der Nerven in den Muskeln tödtet, die dunkelrandigen Fasern dagegen wenig angreift, und spreche ich mich nun, gestützt hierauf, sowie auf die jetzt von *Pelikan* und mir bestimmt nachgewiesene ungetrübte Leistungsfähigkeit der Urarimuskeln (Würzb. Verh. IX), zusammengehalten mit den andern schon früher von mir namhaft gemachten Thatsachen, unter denen namentlich die nun auch von *Haber* bestätigten an Urarimuskeln vorkommenden localen Contractionen von Wichtigkeit sind, mit Entschiedenheit für die Existenz der Muskelirritabilität aus.

Würzburg im April 1858.

Digitized by Google

Ueber einige neue oder unvollkommen gekannte Krankheiten der Insekten, welche durch Entwicklung niederer Pflanzen im lebenden Körper entstehen.

Von

Prof. **Dr. Lebert.**

Mit Tafel XIV u. XV.

Die gegenwärtige Arbeit ist die Fortsetzung einer Reihe von Untersuchungen über vegetabilisch-parasitische Krankheiten der Insekten, welche ich in den letzten zwei Jahren angestellt habe. In einer ersten grössern Arbeit über die Pilzkrankheit der Fliegen, welche ich zuerst in den Denkschriften der schweizerischen naturforschenden Gesellschaft (1857) und später im Auszuge in Virchow's Archiv bekannt gemacht habe, sind meine Beobachtungen über diesen merkwürdigen Pilz zusammengestellt und habe ich namentlich noch, nach dieser Bekanntmachung, im verflossenen Herbst wieder manches Interessante über diesen Punkt gesehen. So fand ich, früher als in vergangenen Jahren, pilzkranke Fliegen schon im August in der Nähe von Glogau in Schlesien. Gegen Ende September und October habe ich dann in Bex (Ct. Waadt) eine sehr grosse Zahl scheinbar ganz gesunder Fliegen untersucht und gefunden, dass dort, wo in den letzten Jahren diese Krankheit mit besonderer Heftigkeit auftrat, der sechste Theil aller Fliegen, die noch ganz munter herumflogen, statt des gewöhnlichen hellen, durchsichtigen, farblose Zellen enthaltenden Blutes ein milchiges, trübes, mattweisses Blut darbot, in welchem die mikroskopische Untersuchung dann von sehr kleinen Zellen bis zu sehr ausgebildeten Pilzschläuchen alle Uebergänge zeigte, während gewöhnlich die normalen Zellen verschwunden waren, welche übrigens auch sonst ganz von denjenigen verschieden sind, aus welchen sich allmälig diese Pilzelemente entwickelten. Ich habe aber auch zugleich bei dieser Untersuchungsreihe gesehen, dass nicht alles Blut, welches eine trübe, milchige Beschaffenheit zeigte, pilzkrank war, indem bei einzelnen Fliegen die Trübung des Blutes durch eine Menge kleiner Fettmoleküle bedingt

Digitized by Google

war. Aehnliches hatte ich bereits im Sommer in dem Blute der an der sogenannten Gelbsucht leidenden Seidenraupen wahrgenommen, ein Punkt, über den ich mir vorbehalte, noch weitere morphologische und chemische Untersuchungen zu machen.

In jener grössern Arbeit über die Pilzkrankheit der Fliegen habe ich mit möglichster Vollständigkeit den gegenwärtigen Stand unseres Wissens über die Pilzkrankheiten der Insekten und niedern Thiere überhaupt zusammengestellt.

Eine grosse Reihe von Untersuchungen habe ich auch seit dem Herbst 1856, zum Theil gemeinschaftlich mit Herrn Prof. *Frei*, über die neue Krankheit der Seidenraupen angestellt, welche in den letzten Jahren in Frankreich, Italien und Spanien so grosse Verheerungen angerichtet hat. Unsere ersten Untersuchungen über diesen Gegenstand sind in den Berichten der Zürcher naturforschenden Gesellschaft (1857) in einer kurzen Notiz bekannt gemacht worden. Ich habe dann im Laufe des vorigen Sommers diese Untersuchungen noch fortgesetzt und so viel, als es möglich war, nach den verschiedensten Richtungen hin ausgedehnt, so wie auch die mannigfachen über diesen Gegenstand bisher bekannt gemachten Notizen, Brochüren und akademischen Berichte durchmustert. Da wir, Herr Prof. *Frei* und ich, als eins der wichtigen Elemente dieser Krankheit einen kleinen einzelligen Pilz gefunden haben, welcher in den verschiedensten Organen, Geweben und Flüssigkeiten der Seidenraupe, der Puppe und des Schmetterlings vorkommt, so lag es natürlich nahe, auch diese Krankheit wenigstens nach einem ihrer Elemente, zu den parasitischen zu zählen, und da sie von sehr tiefer Ernährungsstörung begleitet ist, habe ich ihr den Namen der parasitischen Dystrophie gegeben und den in allen Theilen des Thieres so verbreiteten Pilz Panhistophytum ovatum genannt. Die wiederholten und unläugbaren Beobachtungen, welche ich über die Theilung dieses Pilzes gemacht habe, setzen seine Natur ausser allen Zweifel, und haben Herrn Prof. *Nägeli* bewogen, denselben zu der von ihm aufgestellten Gruppe der Schizomyceten zu stellen. Ich habe dann eine grosse Zahl von Insekten auf diesen Pilz untersucht und ihn auch wirklich in einer Käferart, Emus olens, sehr schön in der Theilung begriffen gefunden. Auch über die Muscardine habe ich bei dieser Gelegenheit eine Reihe von neuen Untersuchungen und Experimenten angestellt. Die Entstehung und Verbreitung, die ursächlichen Momente, das geographische Vorkommen, der Einfluss auf die Industrie, die mögliche Abhülfe der Dystrophie mit Pilzbildung haben auch meine Aufmerksamkeit in Anspruch genommen. Prof. *Städeler* in Zürich hatte die Güte, auch das Blut gesunder und kranker Seidenraupen, welche ich mir aus Mailand durch die Gefälligkeit des Herrn Prof. *Cornalia* verschafft, chemisch genau zu untersuchen, und hat derselbe sich bereits anderweitig sehr viel mit chemischen Studien über die Insekten beschäftigt. In dem Blute der kranken Raupen fanden sich auffallende Unterschiede von dem

Digitized by Google

der gesunden: neutralische oder alkalinische Reaktionen, Abnahme des Eiweissgehaltes, Verschwinden des Leucins und des Harnstoffs, welche im Blute der gesunden Seidenraupen vorkommen. Es thut mir leid, hier nicht auf diese wichtigen Notizen näher eingehen zu können, welche mir Herr Prof. *Städeler* hierüber zugestellt hat. Alle diese Untersuchungen über die noch immer so verheerende Krankheit der Seidenraupen, welche auch Deutschland an vielen Punkten erreicht hat, finden sich in einer grössern Arbeit zusammengestellt, welche die Märkische Seidenbaugesellschaft (1858) mit den dazu gehörigen Tafeln bekannt gemacht hat.

Zu jenen Materialien kann ich nun eine Reihe anderer Pilzkrankheiten der Insekten hinzufügen, welche ich in den letzten Monaten des vorigen Jahres zum Gegenstande einiger Forschungen gemacht habe. Die eine derselben besteht in der Entwicklung einer neuen Art Verticillaria in den Puppen eines Spanners, Fidonia piniaria; eine zweite Krankheit betrifft einen kleinen Nachtschmetterling, Cerastis vaccinii, dessen Körper mit Stacheln besetzt ist, welche ganz aus einer neuen Pilzart bestehen, der ich den Namen Acanthomyces gegeben habe. Diese beiden Krankheiten habe ich auf Insekten beobachtet, welche mir im August 1857 von Herrn Prof. *Zeller* in Glogau gütigst mitgetheilt worden sind.

Eine dritte Krankheit betrifft ein höchst merkwürdiges Exemplar von Sphinx pinastri, welches ich im Oktober 1857 in der Sammlung des Genfer Museums fand. Auch dieser Pilz ist, wie wir bald sehen werden, neu, und habe ich ihm den Namen Akrophyton tuberculatum gegeben.

Eine vierte Krankheit endlich ist zwar nicht ganz neu, aber, wie es scheint, botanisch nie mit gehöriger Sicherheit bestimmt worden. Es betrifft dieselbe die in der Naturgeschichte schon längst bekannte und oft für fabelhaft gehaltene zoophytische Biene der Antillen. Es handelt sich hier nämlich um eine Wespenart aus Jamaica (Polistes americanus), welche mir Herr von *Saussure* in Genf im Dezember 1857 zuschickte und welcher aus der Thoraxgegend mehrere lange Pilze mit Köpfchen hervorwuchsen. Auch dieser Pilz ist neu und habe ich ihm den Namen Polistophthora Antillarum gegeben.

Bevor ich auf die Details eingehe, erlaube ich mir einige allgemeine Bemerkungen über den Ursprung und die Tendenz dieser Arbeit.

Ich habe mir seit langer Zeit die Frage gestellt, ob man nicht auf experimentellem Wege der alten, noch immer ungelösten Frage der Miasmen und Contagien eine mehr positive Richtung geben könne, als dies bereits geschehen. Haben einerseits diejenigen, welche ein Contagium animatum annehmen, meist nur hohle Hypothesen und nachlässige, oberflächliche Beobachtungen als Stützen ihrer Meinung beigebracht, so konnten zwar die Gegner des contagium animatum verlangen, dass ein solches bewiesen werde, bevor es in der Wissenschaft von Bedeutung sei: allein anderseits haben auch sie bis jetzt nicht diejenigen Forschungen gemacht, welche zu einer bestimmten Negation berechtigen könnten.

Man glaube keineswegs, dass ich die geringste Neigung habe, ein Contagium animatum anzunehmen oder zu verwerfen; es ist dies eben so wenig der Fall, wie für die mehr unorganische Theorie durch schädliche Gasarten oder die in neuerer Zeit so beliebte zymotische, welche die Ausbreitung epidemischer Krankheiten mit den Fermentationsprozessen in nähern Zusammenhang bringt und auch wirklich Vieles für sich zu haben scheint.

Wollen wir auf dem Boden der Naturforschung bleiben, so müssen wir eingestehen, dass wir über alle diese Punkte nicht blos desshalb unwissend sind, weil es sich um schwierige Fragen handelt, sondern, weil wir noch nicht die richtigen Wege eingeschlagen haben, um über dieselben ins Klare zu kommen. Ich gebe gern zu, dass vieljährige Forschungen und eine Reihe sehr delikater und schwieriger Untersuchungen nöthig sind, um den Weg zu positiven Anschauungen auf diesem Gebiete anzubahnen. So viel aber ist auf der andern Seite gewiss, dass wir mit der noch immer gebräuchlichen, mehr dialektischen Behandlung dieser Fragen ungleich weniger zum Ziele gelangen.

In einer berühmten, im Jahre 1856 stattgehabten Discussion in der pariser Akademie der Wissenschaften bei Gelegenheit der in Algier zu errichtenden meteorologischen Bureaus hat *Regnault* nicht gefürchtet, der Akademie zu erklären, dass alle bisherigen Methoden in der meteorologischen Beobachtung vollkommen ungenügend seien, dass die ersten Principien derselben noch gar nicht festgestellt wären, dass man noch weder wisse, was, noch wie oder wo man beobachten solle und dass, um namentlich die Nützlichkeit der Meteorologie für den Ackerbau zu fördern, um die Climatologie überhaupt wissenschaftlich zu begründen, noch die Regeln und Methoden fehlen, dass die überall so sorgfältig erforschte Temperatur allein von sehr geringem Werth sei, dass die Art der Beobachtung des Thermometers im Schatten nach der Nordseite hin, in einer gewissen Entfernung von Gebäuden nur höchst einseitige Resultate liefern könne. Was *Regnault* allein von dem geringen Werthe der gegenwärtigen Meteorologie für den Ackerbau gesagt hat, passt auch vollkommen auf die uns hier beschäftigenden Fragen der Pathologie. Es reicht in der That nicht hin, genau barometrische, thermometrische, hygrometrische, elektrometrische Beobachtungen in verschiedenen Lokalitäten und Höhen zu machen, die Regenmenge und die Richtung der Winde in Bezug auf Krankheiten genau zu bestimmen, sondern eine grosse Menge chemischer Luftanalysen muss angestellt werden, um zu sehen, ob zwischen der Luft einer gesunden oder einer durchseuchten Lokalität, eines leeren, gut gelüfteten, freien Krankensaales, oder desselben Raumes mit einer gewissen Zahl nicht epidemisch Erkrankter gefüllt, oder endlich desselben Raumes mit Pocken- oder Scharlach-, oder Typhus- oder Cholerakranken etc. ein Unterschied bestehe. Nicht minder wichtig wäre es auch, die ausgeathmete Luft in verschiedenen Krankheiten genau zu untersuchen und nicht blos die etwaigen quantita-

tiven Schwankungen zu bestimmen, sondern auch die etwaigen qualitativen Veränderungen mit grösster Sorgfalt aufzusuchen.

Führen Untersuchungen der Art auch noch in einer gegebenen Zeit zu negativen Resultaten, so hat ein solches negatives Resultat auch nur eine transitorische Bedeutung; denn mit den Fortschritten der feinern Untersuchungsmethoden der Physik und Chemie müssen auch derartige Forschungen immer wieder von neuem aufgenommen werden und erst im Laufe derselben kann man die passenden Methoden finden, reguliren, die wichtigsten Fehlerquellen entdecken und sie zu vermeiden lernen.

Käme man auf diese Art den etwaigen physikalisch-chemischen Veränderungen der Luft in Epidemien oder vielleicht auch dem Fehlen solcher Veränderungen auf die Spur, so wäre dadurch noch keineswegs das Programm derartiger Untersuchungen ausgefüllt. Parallel mit dem Suchen der Veränderungen oder des Hinzukommens physikalisch-chemischer organischer und unorganischer Elemente muss man dann auch noch die Luft, nachdem man sie durch Baumwolle oder nach irgend einer andern guten Methode passend filtrirt hat, auf die in derselben schwebenden vegetabilischen und animalischen Organismen untersuchen. Damit man aber hier nicht in grobe Irrthümer verfalle und, wie dies so oft in der Medizin geschehen ist, nicht zufällige Elemente für wesentliche und pathogenetische halte, muss die Luft vorerst an vielen Orten und unter den mannigfachsten Bedingungen untersucht werden. So lange wir das Luftmeer in Bezug auf seine pflanzlichen und thierischen Bewohner von mikroskopischer Grösse nicht eben so genau kennen, wie das Wasser, die Erde, die Pflanzen und Thiere etc., so lange können wir eigentlich gar keine klare Einsicht in die allgemeine Naturgeschichte haben, und viele der wichtigsten Fragen, wie z. B. die der Entstehung und der Uebertragung der Keime, gar nicht beantworten; so lange ist die Generatio aequivoca auch nur als eine Generatio ignota zu betrachten.

Man begreift den Nutzen der parasitischen Krankheiten für solche Studien, da man hier bekannte Pilze vor sich hat, deren Sporen und Fäden und verschiedene Entwicklungsformen man kennt und so bei der mikroskopischen Untersuchung wieder zu finden im Stande ist, und bleiben Zweifel, so kann man dieselben durch künstliches Keimen lösen.

Vielleicht werden alle diese genauen Untersuchungsmethoden, wenn auch sorgsam angewandt, dennoch lange Zeit kein sicheres Resultat liefern; aber jedenfalls tritt dadurch die Miasmenfrage in ein neues Stadium, welches neben fortgesetzten Forschungen, in der Art wie die von *Thiersch* über das Choleramiasma, gewiss unsere Kenntnisse bedeutend zu fördern und spätere positive Doktrinen vorzubereiten im Stande sein wird.

Ich gebe nun zu der Detailbeschreibung über.

I. Pilzkrankheit der Fidonia piniaria Tr., hervorgebracht durch Verticillium corymbosum Lebert.

Vor mehreren Jahren beobachtete Herr Prof. *Zeller* in Glogau, welcher mir diese sehr interessanten Insekten mittheilte, die Entwicklung dieses Pilzes an einer grossen Zahl von Puppen eines Spanners, Fidonia piniaria *Tr.* Die Raupen erreichten ihre gehörige Grösse und schienen sich regelmässig zu verpuppen. Anfangs schienen die Puppen vollkommen gesund und lebhaft, aber schon nach einigen Tagen bekamen die Luftlöcher an den Seiten des Körpers zwischen den Artikulationen einen eigenthümlichen weisslichen Schimmer; bald bedeckten sie sich mit einem feinen, weissen, schimmelartigen Anfluge. Dabei wurden die Bewegungen der Puppen auf Druck träge, allmälig dehnte sich der Schimmel über einen grossen Theil der ganzen Oberfläche der Puppe aus, und die Thiere starben. Fast alle Puppen dieser Spezies erkrankten und gingen zu Grunde, während die zahlreichen andern, zu gleicher Zeit erzogenen Thiere des Herrn Prof. *Zeller* nichts Aehnliches darboten, was die Vermuthung wahrscheinlich macht, dass bereits am Ende des Raupenlebens die Pilzkeime im Blute vorhanden waren; wenigstens kenne ich kein anderes Beispiel von einer Pilzkrankheit bei Puppen allein, während andere, wie z. B. die Muscardine und der Pilz der parasitischen Dystrophie sich zwar auch bei Puppen finden, indessen schon sehr deutlich in der Raupe nachweisbar sind.

Nachdem sich der weisse Schimmelanflug über die ganze Körperoberfläche der Puppen erstreckt hatte, fing er an, kleine Hervorragungen auf derselben zu bilden, welche einen ziemlich mannigfaltigen Anblick darboten. Die einen hatten ein mehr längliches, stielartiges Ansehen und waren einfach oder unregelmässig verzweigt; andere bildeten etwas regelmässigere Auswüchse mit kopfartiger oder keulenförmiger Endanschwellung. Die grössten hatten bis auf 1^{cm} Länge auf $1-3^{mm}$ Dicke. Zwischen diesen Hervorragungen findet man ein mehr plattes, weiches, wie flockiges Netz, ein gewissermaassen verfilztes Mycelium. Die grössern Hervorragungen stehen unregelmässig gruppirt beisammen oder sind mehr verzweigt. Mit der Loupe sieht man aber auch in dem weisslichen Filz kleine körnige Hervorragungen, welche wahrscheinlich kleine, unentwickelte Pilzstiele sind (Fig. 1 und 2).

Schon mit schwachen mikroskopischen Vergrösserungen sieht man, dass diese ganze Masse ausschliesslich aus einfachen oder verzweigten Fäden mit Fruchtstand besteht, ohne eine verbindende Zwischensubstanz. An vielen Stellen sieht man dieselben an der Oberfläche unregelmässig hervorragen, während sie mehr in der Tiefe dicht mit einander verflochten sind [Fig. 3].

Untersucht man nun die einzelnen Pflanzenindividuen, welche in

Digitized by Google

grosser Menge das ausgedehnte Pilzgeflecht und die hervorragenden Stiele bilden, mit einer 6—700maligen Vergrösserung, so findet man folgende Charaktere, Die Fäden haben im Allgemeinen eine cylindrische, leicht abgeplattete Form und sind sehr fein und schmal, indem sie kaum die Breite $0,002^{mm}$ überschreiten, während viele unter ihnen nur $0,0016^{mm}$ Breite zeigen [Fig. 4]. Ihr Inneres ist in den meisten homogen [Fig. 4, *aa*], zeigt aber auch in einzelnen Fäden sehr feine Fetttröpfchen [Fig. 4 *bb*]. Die an manchen Stellen unregelmässig an der Oberfläche der Fäden haftenden Sporen sind nur zufällig aufgelagert. Die meisten dieser Fäden sind verzweigt und überall stehen die Verzweigungen einander genau gegenüber und nehmen, da auch wieder die sekundären und tertiären Verzweigungen einander gegenüberstehen, ein wirtelförmiges Aussehen an. Meistens kommen von einem Punkte nur zwei gegenüberstehende kleinere Fäden; indessen sieht man auch stellenweise eine grössere Zahl um den gleichen Ansatzpunkt herum [Fig. 4 *ccc*]. Wo viele solcher Verzweigungen beisammenstehen, können sie auf den ersten Anblick ein fast doldenförmiges Ansehen bekommen; indessen bilden sich nirgends wahre Umbellen, sondern es ist nur die eben beschriebene Stellung massenhafter und näher zusammengedrängt [Fig. 4 *dd*). Die Hauptäste abgerechnet, sind die Nebenzweige im Allgemeinen kurz und übersteigen kaum $\frac{1}{100}$—$\frac{1}{80}^{mm}$ an Länge, können jedoch auch ausnahmsweise Theilungen zweiten und dritten Grades etwas grösser sein. Diese kleinern Zweige sind etwas feiner als die Hauptfäden, überschreiten aber kaum $0,004^{mm}$ an Breite, haben eine mehr cylindrische Gestalt und sind in der Mitte etwas breiter als nach den Enden zu.

Auf den freien Enden dieser Aestchen sitzen die Sporen auf, welche im Allgemeinen rund oder auch leicht ovoid sind [Fig. 4 *ee* und Fig 5]. Sie haben im Mittlern $0,0025^{mm}$ Breite und sind in den ovoiden nur etwa um ¼ länger als breit. In ihrem Innern habe ich nie irgend eine Struktur erkennen können. Auf vielen Zweigen fehlen diese. In Bezug auf die Sporenvertheilung auf einzelnen Pflänzchen findet eine grosse Mannigfaltigkeit statt, wovon die Zeichnungen einen Begriff zu geben im Stande sind.

Nach dem Ergebniss der mikroskopischen Untersuchungen handelt es sich wahrscheinlich um eine Verticillium-Art *Nees.* Wenigstens ist dies einerseits das Resultat des Vergleichs mit den Beschreibungen dieses Genus, andererseits ist dies die Meinung des Herrn Prof. *Nägeli.* Wir können für die mit den beschriebenen Arten nicht vollkommen übereinkommende unserer Fidonia etwa folgende Diagnose aufstellen:

Verticillium corymbosum nova species *Lebert.*

Fila longa, $0,002^{mm}$ lata, divisiones oppositae, multo breviores, sporae rotundatae vel obovatae, $0,0025^{mm}$ latae, in apicibus ramusculorum sessiles.

Habitat in chrysalide Fidoniae piniariae. *Tr.*

Digitized by Google

II. Pilzkrankheit eines Exemplars von Cerastis vaccinii, hervorgebracht durch eine neue Pilzart Akanthomyces aculeata Lebert.

Das merkwürdige Exemplar dieses Schmetterlings, welches die gleich zu beschreibende Pilzkrankheit darbot, ist von Herrn Prof. *Zeller* lebendig in diesem Zustand gefangen und von diesem mir gütigst mitgetheilt worden.

Der Schmetterling war etwas abgeflogen und zeigte sich schon beim Fangen mit den gleich zu beschreibenden spitzen Stacheln besetzt. Untersucht man das Insekt zuerst von der obern Seite [Fig. 6], so sieht man bereits eine gewisse Menge kleiner, gelbbrauner, dornartiger Auswüchse an den Rändern der Flügel und besonders am Vorderrand der Oberflügel, sowie auch im Verlaufe der grössern Flügelnerven. Ausserdem findet man auch einzelne an dem vordern Theile des Kopfes, sowie an der obern Parthie des Thorax und des Abdomens. Am deutlichsten aber, sowie am zahlreichsten und am entwickeltsten findet man diese Auswüchse an der untern Körperseite [Fig. 7). Die kleinsten haben nur 0,5—1^{mm} Länge, aber auch die grössern überschreiten kaum die von 2—3^{mm}. Während die kleinern und weniger entwickelten an ihrem freien Ende mehr abgerundet sind, zeigen die grössern eine durchaus dornartige Gestalt mit feiner, leicht umgebogner Spitze. Am vordern Theile des Kopfes haben dieselben ein hornähnliches Ansehen. An ihrer Basis, und besonders auf der untern Seite des Körpers sind alle diese Vorsprünge durch ein mehr gleichmässiges, feines, mattgelbes Geflecht von Mycelium verbunden. Die Consistenz dieser haken- oder dornförmigen Körper ist so fest, ihre Verbindung mit dem Flügel und dem Leibe eine so innige, dass man auf den ersten Blick dieselben für Chitinauswüchse halten könnte, welches auch vor der mikroskopischen Untersuchung die Meinung eines sehr ausgezeichneten hiesigen Entomologen war. Dagegen sprach indessen schon die gelbe Zwischenmasse, welche grössere Strecken feinkörnig bedeckte. An den Füssen sind ebenfalls einzelne Auswüchse zerstreut. Ausnahmsweise findet man einzelne, welche bis auf 4—5^{mm} Länge und 0,5—1^{mm} Breite an der Basis haben.

Schon mit schwachen mikroskopischen Vergrösserungen sieht man, dass auch wieder die ganze Substanz dieser Dornen und der zwischen ihnen ausgebreiteten Masse aus verfilzten Fäden besteht, welche sich nach allen Richtungen durchkreuzen, ohne dass irgendwo die Hyphen durch Zwischenmassen verbunden wären [Fig. 8]. Macht man feinere Präparationen und untersucht man diese mit stärkern mikroskopischen Vergrösserungen, so sieht man diesen Filz aus einer Menge verhältnissmässig sehr einfacher Pflanzenindividuen bestehen. Es sind dies ziemlich lange Fäden [Fig. 9], deren Breite kaum 0,0025^{mm} übersteigt, und welche in ihrem Innern meist homogen sind [Fig. 9 *aa*), aber auch in manchen feine Fetttröpfchen zeigen [Fig. 9 *bb*]. Diese Fäden sind auf einer Seite vollkommen glatt, während sie auf der andern eine geringe Zahl von Theilungen:

1, 2, 3, in seltenern Fällen mehr (bis auf 6) zeigen. Diese Zweige gehen von dem Stamm entweder unter fast rechten Winkeln oder unter einem Winkel von etwa 60—80° ab. Sie sind ungefähr von der gleichen Breite wie der Hauptfaden, nicht selten in der Mitte, zuweilen auch an dem Ende, etwas breiter [Fig. 9 *ccc*]. Sie überschreiten in der Regel nicht eine Länge von 0,02mm—0,025mm und sind an vielen noch viel kürzer. Manche sind auch am Ende, da, wo die gleich zu beschreibende Spore aufsitzt, leicht zugespitzt [Fig. 9 *dd*]. Die Sporen finden sich nur an dem freien Ende dieser sekundären Fäden [Fig. 10 und 9 *eeee*]. Sie sind ei- oder birnförmig und manche sind an einem Ende leicht zugespitzt. Ihre Länge schwankt zwischen 0,0033mm und 0,005mm, während ihre Breite etwa um ein Drittel geringer ist. Mehrfach habe ich in ihrem Innern einen etwas trüben Fleck gesehen, welcher jedenfalls kein Fetttropfen ist, von welchem ich aber auch nicht entscheiden möchte, ob es sich um einen Kern handelt, was sogar wenig Wahrscheinlichkeit für sich hat.

Da ich das Insekt nicht zu sehr habe beschädigen wollen, so habe ich nicht sehen können, wie weit der Pilz im Innern desselben wuchert. Aeusserlich scheint er auch da zu bestehen, wo man mit dem Auge keine Pilzmasse sieht. So habe ich in Fig. 10 einen Theil einer von Pilzfäden umsponnenen Schmetterlingsschuppe dargestellt. In Bezug auf den Gesammtanblick der mikroskopischen Präparate ist endlich noch zu bemerken, dass die hervorragenden kleinen, Sporen tragenden Zweigchen den Kegeln des Kegelspiels der Kinder ähnlich sind [Fig. 11 und 12] und so der Peripherie der Präparate ein zierliches Ansehen geben.

Dieser Pilz scheint mir neu zu sein und sich einigermaassen dem Genus Ceracium zu nähern; aber die von Herrn Prof. *Nägeli* über diesen Punkt angestellten bibliographischen Forschungen zeigten weder mit diesem, noch mit einem andern Genus eine genaue Uebereinstimmung. Ich habe deshalb demselben den Namen Akanthomyces aculeata gegeben. Für den Fall, dass sich dies bestätigen sollte, schlage ich folgende Diagnose vor:

Akanthomyces *Lebert* novum genus.

Mycelium pallidum, flavum vel flavofuscum, spinis aculeatis unum ad tres mlm. longis superatum; fila in uno solum latere ramusculos in apice sporas ferentes exhibentia.

Akanthomyces aculeata *Lebert* nova species.

Fila 0,025mm lata, cum ramusculis fere rectangularibus; sporae piriformes, filis paulo latiores; spinae flavae vel flavofuscae praecipue in margine alarum et in inferiore abdominis parte positae, durae, apice tenui.

Habitat in Cerastide vaccinii, noctuarum specie.

III. Pilzkrankheit eines Exemplars von Sphinx pinastri, hervorgebracht durch eine neue Pilzart Akrophyton tuberculatum Lebert.

Als ich im vorigen Herbst verschiedene Insektensammlungen durchsuchte, um pilzkranke Thiere zu finden, fand ich im Genfer Museum ein höchst merkwürdiges Exemplar von Sphinx pinastri, welches schon in der Sammlung als »monstrueux« bezeichnet war und welches mir der Herr Direktor *Pictet de la Rive* mitzutheilen die Güte hatte.

Der Schmetterling selbst war so abgeflogen, dass man ihn nur noch an seiner Form und Grösse erkennen, aber nirgends mehr eine deutliche Flügelzeichnung finden konnte. Auch waren die Flügel selbst zerrissen, namentlich in der Längsrichtung. Der ganze Körper des Thieres war mit eigenthümlichen, langen, zackigen Pilzen besetzt, welche in der That dem Thier ein äusserst sonderbares Ansehen gaben, und zwischen welchen, besonders auf der untern Seite des Abdomens, ein feinkörniges, stellenweise dünnzackiges Mycelium sass, das eine mattgelbe, ins Weissliche spielende Farbe zeigte. Bevor wir die Pilze dem Sitze und der Form nach näher beschreiben, fügen wir nun noch hinzu, dass der Schmetterling auf einem Stück Baumrinde sass, auf welchem der Pilz einige festklebende Zacken, sowie auch ein mehr zusammenhängendes, feinkörniges Mycelium zeigte, das offenbar dem gleichen Pilze angehörte.

Dieser Schmetterling [Fig. 13] zeigte die meisten Pilze auf dem ganzen Körper selbst, und zwar nicht nur auf der obern und untern Fläche des Abdomens allein, sondern auch auf dem Thorax, sowie in der ganzen Gegend des Kopfes, aber auch ausserdem auf der Oberfläche und besonders am freien Rande der Oberflügel, an den Beinen etc. Die einzelnen Pilze sind von sehr verschiedener Grösse: die einen breit, kurz, lanzettförmig oder unregelmässig ausgebreitet, die andern länger, schmäler (etwas abgeplattet) (kaum 1^{mm} in grösster Breite); dagegen sind einzelne sehr lang und haben bis auf 2, selbst 3 Centimeter Länge. An ihrer Basis sind viele breit, von mehr dreieckiger Form. Auch sind im weitern Verlaufe bei manchen mehr partiell erweiterte Stellen, welche dann allmälig in engere übergehen. Eine eigentliche Verzweigung der Hauptstämme kommt bei nur sehr wenigen vor, ist aber bei einigen unläugbar wahrzunehmen. An den grössten und am meisten entwickelten sieht man besonders deutlich aus jenen einfachen, meist langen Pilzen eine gewisse Menge kleiner, einzeln oder gruppenförmig bei einander stehender Körperchen, welche nach oben zugespitzt, nach unten an ihrer Insertionsstelle abgerundet erscheinen [Fig. 14 und 15]. Schon bei schwacher (fünfmaliger) Vergrösserung [Fig. 14] sind diese dem blosen Auge sichtbaren kleinen Kapseln, welche etwas über $\frac{1}{2}^{mm}$ Höhe auf $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{3}^{mm}$ Breite haben, sehr deutlich sichtbar und bei 50maliger Vergrösserung erkennt man die Einsenkung derselben in den Hauptstamm des Pilzes [Fig. 15]. Sie sind von einer dünnen Wand umkleidet, deren Dicke bis zum Scheitel abnimmt.

Digitized by Google

Eine Oeffnung konnte nicht wahrgenommen werden. Herr Prof. *Kramer* zweifelt nicht daran, dass sich bei weiterer Entwicklung jede Kapsel an der Spitze würde geöffnet haben. Der Stamm des Pilzes besteht aus sehr feinen Pilzfäden, welche mit einander verflochten sind, aber keine Zwischengewebe zeigen. Sie haben kaum 0,002^{mm} Dicke, erreichen aber zuweilen auch bis 0,0025^{mm} [Fig 16]. Sie sind meistens unverzweigt, nur an einzelnen sieht man die Andeutung einer Verzweigung, glatt und bilden eine dichte Verfilzung [Fig. 16 *A*]. In einzelnen von ihnen, wie in Fig. 16 *B*, sieht man eigenthümliche längliche Körperchen, welche bis auf 0,01^{mm} und darüber Länge haben, die ganze Breite des Fadens einnehmen, nach oben und unten unregelmässig abgerundet sind: Details, welche man besonders Fig. 16 *B aa* sieht. Ich kann nicht mit Bestimmtheit sagen, ob diese Fäden aus dem Stamm des Pilzes oder aus den kleinen birnförmigen Körperchen kommen, obwohl Letzteres mir wahrscheinlicher ist, und in diesem Falle wäre ihnen die Rolle von unentwickelten Sporenschläuchen zuzuschreiben. In einzelnen Fäden [Fig. 16 *C*] finden sich kleine Körnchen, Oeltröpfchen des Inhalts. Die Fäden, welche sich im Innern der birnförmigen Behälter finden und bis auf 0,004^{mm} Breite erreichen [Fig. 17], sind im Grunde der Kapseln befestigt und streben von da aufwärts. Sie zeigen je zwei bis drei Längsstreifen [Fig. 17 *a*]. Bald winden sich einzelne dieser Streifen zwischen einander hinein, bald scheinen sie auf grössere Strecken neben einander fortzulaufen. Es ist wahrscheinlich, dass diese Streifen Sporenschläuche sind. Sie sind aber leider zu jung, als dass über ihren Bau, ihre Grösse und Anzahl Etwas hätte bestimmt werden können. Es ist überhaupt zu bedauern, dass dieser ganze Pilz nicht zu seiner gehörigen Reife gelangt ist.

So viel man aus allen diesen Charakteren bestimmen kann, scheint nach Herrn Prof. *Kramer* der Pilz ein Pyrenomycet zu sein, zu den Sphaeriis compositis zu gehören, aber ein neues Genus zu bilden, dessen Merkmale durch folgende Diagnose ausgedrückt werden könnten.

Akrophyton, novum genus, *Lebert.*

Stroma filiforme, simplex vel subramosum, e cellulis fistulosis contextis compositum, conceptaculis liberis, pyriformibus, in facie irregulariter dispositis. Sporae in ascis.

Akrophyton tuberculatum, nova species, *Lebert.*

Stroma longum filiforme, acuminatum, alboflavum, conceptacula 0,5^{mm} longa, $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{3}$^{mm} lata, stromate magis colorata, flava vel flavofusca

Habitat in superficie corporis et alarum Sphingis Pinastri.

IV. Pilzkrankheit an einer Wespe aus Jamaica durch einen Pilz: Polistophthora Antillarum Lebert.

Nachdem ich schon oft von den Pilzen gehört und gelesen hatte, welche aus den Wespen auf den Antillen hervorwachsen und im vorigen Jahrhundert unter dem Namen der zoophytischen Biene (vegetable fly) so

grosses Aufsehen erregt hatten, bekam ich gegen Ende November 1857 von Herrn *de Saussure* in Genf ein paar Exemplare einer Wespe der Antillen, Polistes Americana *Fabr.*, aus Jamaika zugeschickt, auf welchen solche Pilze sich entwickelt hatten. Dieser Pilz soll sehr häufig die erwähnte Wespenart befallen, aber trotz der vielen Untersuchungen über dieselbe ist dennoch niemals der Pilz mit der Genauigkeit untersucht worden, welche eine systematische Bestimmung möglich macht. Ich trete daher weder auf die Literatur dieses Gegenstandes, noch auf die Beschreibung der Autoren ein, welche diesen Pilz als eine Clavaria beschrieben haben. ein, sondern gehe sogleich zu der Beschreibung desselben über, welche mir durch die Hülfe des Herrn Prof. *Kramer* sehr erleichtert worden ist, da es bei der etwas complizirten Struktur und den ohnehin nicht vollkommen entwickelten Pilzen seines ganzen Beobachtungs- und Zergliederungstalents bedurfte, um alle einzelnen Theile genau zu bestimmen.

Diese Wespe trägt auf dem untern Theile des Thorax den verschlungenen Ursprung zweier Pilze [Fig. 18 und 19 *aa*], von denen der grössere nicht weniger als 59^{mm} Länge hat, auf etwa 1^{mm} Breite. Derselbe zeigt etwa in der Mitte seines Verlaufes eine Theilung in zwei Aeste [Fig. 18 *b*], deren einer [Fig. 18 *c*] abgebrochen und verstümmelt endet, während der andere ein breiteres, spindelförmig nach oben mit abgerundeter Spitze endigendes Conceptaculum darbietet. Dieses ist an dem andern, einfachen, nicht verzweigten Pilze noch vollkommner entwickelt. Das letztere hat 5^{mm} Höhe auf 1—1,5^{mm} Breite und verschmälert sich ebenso nach dem Stamme des Pilzes zu, als nach seinem freien Ende. Auf der Oberfläche des Conceptaculum sieht man reihenförmig angeordnet kleine Tüpfelchen, welche wahrscheinlich den Stellen entsprechen, an denen bei vollkommner Reife des Pilzes Oeffnungen für den Sporenaustritt entstehen. Ausserdem aber sieht man noch, theils auf dem Conceptaculum, theils auch auf verschiedenen Stellen der Pilzstiele, kleine schwarze Körnchen und Knötchen von 0,1—0,2^{mm} Grösse, welche sich bei der mikroskopischen Untersuchung als pflanzliche Parasiten auf den Parasiten zeigen und ein Gemisch von braunen Fäden darstellen, unter denen man hie und da zweizellige Sporen sieht. Indessen waren diese schwarzen Körper nicht in hinreichend entwickeltem Zustande, um Charaktere für ihre etwaige Bestimmung zu geben; wir werden daher nicht weiter auf ihre Beschreibung eingehen. In Fig. 20 ist ein isolirter Pilz mit dem an beiden Enden verjüngten Kopfe dargestellt. Dieser ist mit zahlreichen schwarzen und Soredien-ähnlichen weissen Punkten besetzt.

Macht man einen Querschnitt durch den Stiel des Pilzes [Fig. 21], so erkennt man eine deutliche Rinden- und Markschicht. Die erstere [Fig. 21 *α*] besteht bei dieser schwachen Vergrösserung aus der feinen Zusammenlagerung kleiner, rundlicher Hohlräume, während das Innere [Fig. 21 *β*] aus verfilzten Zellen besteht. Untersucht man feine Querschnitte mit stärkern Vergrösserungen von 200 Durchmessern [Fig. 22], so sieht

man, dass auf dem Querschnitt [Fig. 22 *a*] polyëdrische zellige Hohlräume gedrängt neben einander liegen, welche nach innen zu in kreisrunde, grössere oder kleinere Intercellularräume übergehen und kaum 0,01^{mm} Breite überschreiten. Das Mark sieht man alsdann [Fig. 22 *β*] mehr aus unregelmässig durchkreuzten Fäden bestehend. In Fig. 22 *b* sieht man einen Längsschnitt des Stiels, welcher in Bezug auf das Mark ähnliche Verhältnisse darbietet, aber in der Rindensubstanz viel längere Zellen (von ungefähr 0,025^{mm} und etwas darüber) zeigt.

Eigentlich belehrend und maassgebend wird erst die Natur des Conceptaculum. Untersucht man einen mit concentrirter Kalilösung behandelten feinen Querschnitt desselben, so findet man im Allgemeinen sehr verschieden entwickelte Perithecien, alle noch ziemlich jung und nicht vollkommen ausgebildet neben einander liegend, welche jedoch nicht über $\frac{1}{8}$^{mm} Durchmesser in den grössten zeigen, nicht eng an einander liegen, sondern durch eine Zwischensubstanz getrennt sind und etwa 40—50 an der Zahl in dem Querschnitt sich zeigen. Ihr längerer Durchmesser ist parallel der Axe des Conceptaculum. Dieselben bestehen aus bräunlich gefärbten Wandungen und sind voll Sporenschläuchen. Zwischen den Perithecien befindet sich Markgewebe. Die Wandung des Conceptaculum besteht aus eng an einander anliegenden Zellen [Fig. 23].

Untersucht man mit starken Vergrösserungen von 500maligem Durchmesser die feinere Struktur der Perithecien, so ergiebt sich Folgendes: Die Wandung besteht nach der innern Seite aus stark abgeplatteten, in der Mitte aus scharf begrenzten polyëdrischen, zu äusserst aus zarten polyëdrischen Zellen. Die Wandung des Peritheciums ist überdiess aussen häufig nicht scharf abgegrenzt [Fig. 24 *αα*] nach dem Durchschnitt zweier neben einander liegender Perithecien. Zwischen den Wandungen findet man das bereits vielfach beschriebene Markgewebe [Fig. 24 *β*]. Das Innere eines Peritheciums aber bietet auf dem Querschnitt die eigentlich charakteristischen Elemente des Pilzes, nämlich querdurchschnittene Sporenschläuche [Fig. 24 *γ*]. Von diesen sind einige leer, da die Sporen aus denselben herausgefallen zu sein scheinen, in den meisten aber unterscheidet man 3—6 querdurchschnittene Sporen.

Die Sporenschläuche liegen, wie es scheint, sehr dicht beisammen und ebenfalls in der Richtung der Axe des Capitulum. Ein Schlauch kann bis auf 0,270^{mm} lang werden, misst dabei nur 0,007^{mm} in der Dicke. Er kann wenigstens 100 Sporen enthalten [Fig. 25]. Die Membran des Schlauches ist ausserhalb der schärfern Kontouren der Sporen kaum zu erkennen. Diese Sporen liegen gedrängt, von mehr spindelförmiger Gestalt, neben einander. Es gelang endlich auch einige freie Sporen zu untersuchen, welche von länglicher Gestalt nach oben und unten schmäler werden, aber abgerundet enden, 0,01—0,014^{mm} Länge auf 0,002—0,0025^{mm} Breite zeigen [Fig. 26]. Das Innere derselben ist durchaus homogen und sie sind einzellig.

Digitized by Google

Im Innern des Insekts findet sich ein reichliches Mycelium, welches bei der Härte, welche diese Thiere sehr schnell nach dem Tode annehmen, mit überwiegender Wahrscheinlichkeit dafür spricht, dass der Pilz während des Lebens sich gebildet habe und von innen nach aussen emporgewachsen sei.

Herr Prof. *Kramer* hat die Güte gehabt, über die systematische Stellung dieses Pilzes einige Untersuchungen anzustellen und theilte mir hierüber folgende Notizen mit:

Eine Clavaria ist der Pilz entschieden nicht, das beweist die Sporenbildung im Innern von Schläuchen. Gegen eine Sphaeria spricht der Mangel von Oeffnungen an den Perithecien; diese sind in das Capitulum eingesenkt, durch das ganze Conceptaculum zerstreut und ohne Ausnahme durch eine mehrschichtige zellige Wandung vollständig verschlossen. Es ist wahrscheinlich, dass sich später die Wände der einzelnen Perithecien auflösen, die Schläuche oder nach deren Auflösung die Sporen in eine Masse zusammenfliessen und durch endliche Zerstörung der Wand des Conceptaculums in Freiheit gesetzt werden. In diesem Falle wäre dann der Pilz zu den Gastromyceten im Sinne von Dr. *Th. Bail*[1]) zu stellen. Ueberhaupt kommt dieser Pilz mit keinem der beschriebenen Genera genau überein, und es ist demgemäss wahrscheinlich, dass es sich um eine neue Gattung handle.

So gelangen wir also zu folgender Diagnose:

Polistophthora novum genus *Lebert*.

Stroma claviforme stipite ex strato corticali et medulla composito, apice, ubi leviter intumescit, conceptaculis clausis immersis instructa, sporae unicellulares elongatae, hyalinae, in ascis.

Polistophthora Antillarum nova species *Lebert*.

Stipite uni ad bipollicari tenui, capitulo fusiformi, ascis $0{,}27^{mm}$ longis, $0{,}007^{mm}$ latis, sporis $0{,}01^{mm}$—$0{,}014^{mm}$ longis, $0{,}002^{mm}$—$0{,}0025^{mm}$ latis.

Habitat in Poliste Americana Antillarum [Insectum Jamaicense.]

Ich beschliesse hiermit diese Beschreibungen, an welche ich absichtlich keine bibliographischen Notizen füge, da diese zu sehr weitläufigen Erörterungen und Diskussionen führen würden.

1) System der Pilze, p. 41.

Digitized by Google

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1 und 2. Puppen von Fidonia piniaria, äusserlich mit Pilzen bedeckt.
Fig. 3. Verfilzte Pilzfäden des Verticillium mit schwacher Vergrösserung beobachtet.
Fig. 4. Feinerer Bau des Pilzes dieser Puppen, Verticillium corymbosum. *a. a.* Homogene Fäden; *b. b.* Fäden mit Fetttröpfchen im Innern. *c. c.* Verzweigungen der Fäden; *d. d.* doldenartiges Ansehen der Verzweigungen; *e. e.* auf dem Ende der Zweige aufsitzende Sporen.
Fig. 5. Freie Sporen.
Fig. 6. Stachelartige Pilze der Oberfläche von Cerastis vaccinii, von oben gesehen.
Fig. 7. Die gleichen dornartigen Pilze an der unteren Fläche des Körpers.
Fig. 8. Verfilzte Pilzfäden des Akanthomyces, schwach vergrössert.
Fig. 9 und 10. Stark vergrösserte Pilzfäden; *a. a.* mit homogenem Inhalt; *b. b.* mit Fetttröpfchen im Innern; *c. c.* Zweige der Hauptfäden; *d. d.* zugespitztes Ende der Zweigchen; *e. e.* Sporen; *f.* eine von Pilzfäden umsponnene Schuppe.
Fig. 11 und 12. Gesammtanblick dieser mikroskopischen Elemente.
Fig. 13. Sphinx pinastri mit zackigen Pilzen bedeckt.
Fig. 14. Ein Pilzfaden, schwach vergrössert (5mal), in *α. α. α.* mit kleinen birnförmigen Kapseln seitlich bedeckt.
Fig. 15. Ein solcher Körper 50mal vergrössert mit der Art seines Ansatzes auf dem Hauptstamme.
Fig. 16. Fäden dieses Pilzes. *A.* einfache, neben einander liegende Fäden. *B.* isolirte Fäden; *a. a.* längliche dunkle Körper im Innern einzelner Fäden. *C.* Fäden mit kleinen Fettkörnchen im Innern.
Fig. 17. Breitere Fäden aus einem Conceptaculum, in *α.* Längsstreifen zeigend.
Fig. 18. Pilz aus dem Thorax von Polistes americana hervorwachsend. *a.* Ursprung der Pilze; *b.* Theilung der Pilzstiele; *c.* Pilzstiel ohne Kopf; *d.* Conceptaculum.
Fig. 19. Die Wespe von der Seite gezeichnet, um in *a* den Ursprung des Pilzes aus dem Thorax zu zeigen.
Fig. 20. Einzelner Pilz in natürlicher Grösse.
Fig. 21. Querschnitt durch den Stiel, 40mal vergrössert; *α.* Rindenschicht; *β.* Markschicht.
Fig. 22. Längs- und Querschnitt des Stiels, 200mal vergrössert. *a.* Querschnitt; *α.* Rindenschicht; *β.* Markschicht; *b.* Längsschnitt; *α.* Rindenschicht; *β.* Markschicht.
Fig. 23. Querschnitt des Conceptaculum, 30mal vergrössert, zahlreiche rundliche Perithecien zeigend.
Fig. 24. Stück der Wand eines Perithecium, 500mal vergrössert. *α. α.* Rindenschicht; *β.* Markschicht; *γ.* Querschnitt vieler Sporenschläuche.
Fig. 25. Sporenschlauch der Länge nach gezeichnet, im Innern mit länglichen Sporen ausgefüllt.
Fig. 26. Einzelne Sporen.

Kleinere Mittheilungen und Correspondenz-Nachrichten.

Hemmungsbildung des Herzens in einem erwachsenen Frosche.

Von Prof. **Schiff** in Bern.

Mit einem Holzschnitt.

Im Laufe des letzten Winters ist mir eine etwa zweijährige männliche Rana temporaria mit einer eigenthümlichen Hemmungsbildung des Herzens vorgekommen, wie sie meines Wissens bis jetzt noch von keinem Wirbelthiere beschrieben ist. Das Individuum zeigte äusserlich durchaus nichts Auffallendes, es war kräftig gebildet, das Hautpigment war sogar sehr stark entwickelt. Es wurde mir mit noch etwa 50 andern Fröschen, die zusammen in einem geräumigen Erdloche aufbewahrt waren, eines Morgens scheintodt gebracht. Da bei allen diesen Thieren das Herz noch ziemlich kräftig schlug, beschloss ich sie zum Studium der Bewegungen der grossen Venen zu verwenden und das Herz möglichst ohne allen Blutverlust vom Halse her bloszulegen. Auf diese Weise kam das hier zu beschreibende Präparat unversehrt zur Beobachtung.

Sogleich nach Entfernung der Haut der Kehle fiel mir bei einem Frosche eine klopfende Geschwulst neben dem hinteren Theil des linken Unterkiefers auf, welche die Bündel des Musc. mylohyoid. in die Höhe drängte. Ich schnitt einige Muskelbündel vorsichtig ein und gewahrte eine herzartig sich zusammenziehende Blase, von der eine verschmälerte aber noch ziemlich breite Fortsetzung in die Brust hinabstieg. Als ich den obern Theil des Brustbeins weggenommen, fiel mir die besondere Form des Herzens auf und die anomale Lage der beiden Aortenbogen, von denen der linke anfangs gar nicht zu erkennen war, während der rechte aus der Blase unter der Kehle sich nach unten zu senken schien. Das Ganze machte anfangs den Eindruck, wie wenn zwei in ihren Bewegungen alternirende Herzen vorhanden wären. Das Eine in der Brust, welches nur eine plötzliche starke Erweiterung der hier ohne Verschiebung der Organe in ihrem ganzen Verlauf sichtbaren unteren Hohlvene darstellte und aus dem keine Arterienzwiebel aber ein breiter nach oben gerichteter Gang entsprang, welcher zum andern Herzen unter der Kehle führte, aus welchem der rechte Aortenbogen hervorging. Beim Einschneiden des Perikardiums, welches sich bis zur muskulosen Umhüllung des Kehlherzens fortsetzte, zeigte sich indessen der wahre Sachverhalt.

Nur die sehr grosse Vorkammer (*g* der beigegebenen von Herrn *G. V.* sogleich aufgenommenen Skizze) lag in der Brust. Es war an ihr keine äussere Spur einer Theilung zu sehen und in ihre am meisten nach rechts und unten gelegene Stelle mündete die untere Hohlvene (*n*), nachdem letztere, wie die spätere Präparation zeigte, auf ihrer hinteren Seite von oben kommende Venenstämme aufgenommen hatte. Von der Vorkammer (*g*) ging ein ziemlich breiter langer Ductus auricularis (*h*) zu der unter der Kehle gelegenen verhältnissmässig kleinen Herzkammer (*f*) aus der ein stark muskuloser Bulbus Aortae (*i*) entsprang, der neben dem Ductus auricularis zurück in die Brust lief und sich hier in die beiden Aortenbogen spaltete, von welchen nur der rechte frei verlief, der linke ging wie im Embryonalzustande hinter dem Herzen nach unten

Digitized by Google

und innen. Die Injektion zeigte, dass die von diesem Bogen abgehenden Theilungen, ausser Abweichungen in der Weite ihres Lumens, nichts Besonderes darboten.

An der Herzkammer war kein besonderes Perikardium zu entdecken, aber merkwürdigerweise war sie ganz von dem Musc. mylohyoideus angehörigen quergestreiften Muskelmassen umgeben. Der genannte Muskel spaltete sich nämlich über dem Herzen in zwei Schichten; die tiefere Schicht, der wir in der Abbildung das Herz aufliegen sehen, hatte ganz ihren normalen Verlauf, die oberflächliche umhüllte von vorn vollständig das klopfende Herz und den Anfang des Bulbus Aortae. Diese Bündel bogen sich etwas um das Herz herum, und gingen dann in eine zellgewebige membranöse Substanz über, die sich in den Zellhüllen des untern normalen Theiles des mylohyoideus verlor. Von der engsten Stelle des Ductus auricularis an begann ebenfalls mit den Muskelhüllen verbunden der Herzbeutel, der sich dann in die Brust herab fortsetzte.

Das ganze Herz zeigte eine mässig rasche, sehr deutliche Peristaltik; die Kontraktion begann an der Hohlvene und setzte sich dann von *n* über *g* und *h* nach *f* und *i* fort. Die Bewegungen von *h* waren weniger ausgesprochen, als die von *g* und *f*.

Komprimirte man die Hohlvene mit einer platten Pinzette, so stand die Bewegung des ganzen Herzens augenblicklich still, die Theile erblassten, bei länger fortgesetzter Kompression fingen aber schwache Herzbewegungen wieder an.

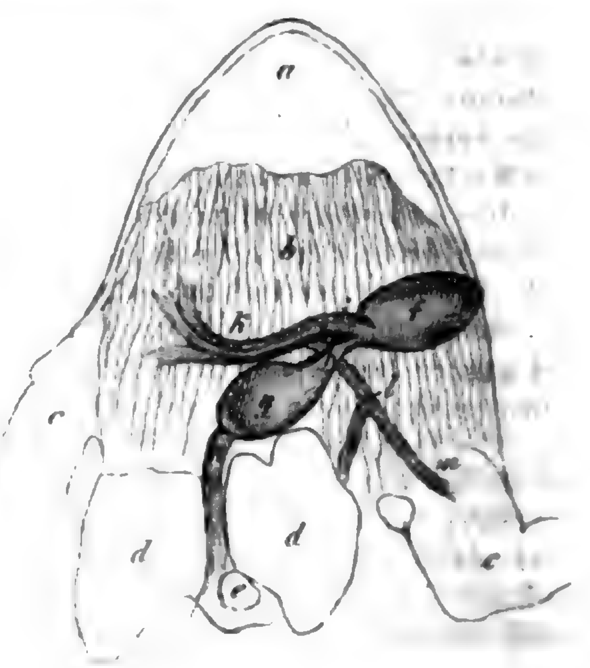
Wo man auch den Ductus auricularis komprimirte, stand die Herzkammer und die Vorkammer schlug weiter (Stanniusscher Versuch)

Herr *Valentin* legte sehr genäherte Elektromotardräthe an die Hohlvene. Das ganze Herz stand still. Bei Anlegung an den verengerten Ductus auricularis stand nur die Kammer, die Vorkammer schlug fort. Es geht hieraus hervor, dass die bewegenden Aeste des Herzvagus, trotzdem sie hier auf einem viel näheren Wege zur Kammer hätten gelangen können, doch an die Vorkammer in der Brust eintraten, um von hier aus durch den Ductus auricularis zur Kammer zurückzulaufen. Sonst hätte die relativ starke (wenn auch ziemlich mässige) galvanische Erregung der Bahnen in dem Ductus auricularis nicht vorübergehend lähmen und die Kammer in Unthätigkeit versetzen können.[1])

In dreifacher Beziehung hat sich also in diesem merkwürdigen Falle die fötale Form des Herzens erhalten: 1) Es existirt eine ungetheilte Vorkammer (Herzohrensi-

1) In seiner schönen Abhandlung über Gifte schiebt mir *Kölliker* die Ansicht unter, es sei der Herzschlag von dem Einfluss des Nervensystems nicht abhängig. Dies wird zwar von *Brown-Sequard* aber durchaus nicht von mir behauptet. In meiner Abhandlung über die Herznerven habe ich nach meinen Versuchen mich dahin erklärt, dass der Herzschlag nicht direkt abhänge von den Herznerven s t ä m m e n, wohl aber von den letzten Muskelenden der Nerven im Herzen, ohne deren Mitwirkung und Erregung das Herz nur tonischer, idiomuskularer Zusammenziehung, durchaus aber keiner Pulsationen fähig sei, deren Intermittenz ich sogar von einer periodischen Schwächung dieser Nervenenden herleite. Nicht weil das Herz der Nerven nicht bedarf, sondern weil Curare und verwandte Gifte die ä u s s e r s t e n Enden der Muskelnerven verschonen, erkläre ich mir die Fortdauer des Herzschlags bei der Curarelähmung auf eine viel ungezwungenere Weise, als dies bisher geschehen ist. Alle Gifte, welche die wahren Enden der Nerven lähmen, sistiren in erster Linie den Herzschlag, weil sie mit den Nerven des Herzens in die innigste Berührung treten. Die idiomuskuläre Herzkontraktion bleibt aber stets dann noch so lange möglich, bis sich, wie wenigstens an Säugethieren nachzuweisen, der Herzmuskel chemisch verändert hat. Trotzdem seit meinen Untersuchungen über die Herzbewegungen jetzt eilf Jahre eifrigen Forschens vorübergegangen, trotzdem in der Literatur dieser Gegenstand seitdem vielfach besprochen wurde, habe ich keinen Grund gefunden, auch nur von einer meiner damals ausgesprochenen Ansichten abzugehen, noch eine einzige zu verändern, ausser dass ich jetzt noch viel schärfer als damals auf der Unabhängigkeit des Herzschlags von den Nerven s t ä m m e n bestehen muss, die ich in der Fortsetzung meiner Physiologie durch neue Gründe stützen werde.

nus) mit endständiger Vena cava. 2) Ductus auricularis ist erhalten und relativ länger gestreckt als beim Fötus. 3) Das ganze Herz hat sich nicht so um seine Querachse gedreht, dass die ursprünglich nach oben und vorn stehende Kammer nach unten und die Vorkammer nach oben kam, sondern die erste embryonale Lagerung hat sich in Folge der schief nach oben und innen vor sich gegangenen Abplattung durch Haut- und Muskelbildung sogar im Uebermaass ausgesprochen erhalten. Das Herz erscheint dadurch wie verkehrt.



a. Unterkiefer.
b. Muskulatur der Kehle.
cc. Obere Extremitäten.
dd. Leber.
e. Gallenblase.
f. Herzkammer.
g. Vorkammer.
h. Canalis auricularis zwischen beiden.
i. Bulbus Aortae.
k. Rechter Aortenbogen mit den nächsten unter den Muskeln sich verbergenden Theilungen.
l. Linker Aortenbogen.
m. Linke Armarterie.
n. Hohlvene.

Louis Agassiz, Contributions to the Natural History of the United States of America. Vol. I. and II. Boston. 1857. 4.

Besprochen von Prof. **Valentin.**

Die äusseren Verhältnisse dieses grossartigen Werkes dürften in der Geschichte der Wissenschaft unerreicht dastehen. Als der verstorbene *Gray* in Boston die Veröffentlichung der von *Agassiz* gemachten zoologischen Studien der nordamerikanischen Fauna anregte, hoffte man 700 bis 800 Subscribenten für das Unternehmen zu erhalten. Die Kosten sollten mit 500 Exemplaren gedeckt sein. Der Erfolg übertraf alle Erwartungen. Als *Agassiz* die Vorrede schrieb, waren 2500 Unterzeichnungen eingelaufen. Der Bericht der Smithsonian Institution für 1856[1]) spricht von 3000. Da ein Exemplar 120 Dollars kostet, so stehen *Agassiz* 360000 Dollars oder beinahe zwei Millionen Franken für das auf 10 Bände berechnete Werk zu Gebote.

Nicht blos Fachmänner, sondern auch Leute der verschiedensten Berufsarten unterstützten das Unternehmen mit der grössten Hingebung. Reisende, die den amerikanischen Continent durchstreiften, um den besten Weg für die nach dem stillen Meere führende Eisenbahn zu finden, suchten zugleich Thiere, um sie *Agassiz* zuzustellen. Ein Herr *Winthrop Sargent* in Natchez sammelte Schildkröten auf den weitesten Excursionen in den südlichen und westlichen Theilen der Union und machte

1) Tenth annual Report of the Board of Regents of the Smithsonian Institution. Washington. 1856. 8. p. 23.

dann eine Reise von mehr als 1000 Meilen, um die lebenden Exemplare *Agassiz* in Cambridge vorzulegen.

Die Arbeit beginnt mit der Erläuterung einer Reihe allgemeiner Fragen, um hierdurch die spätere Behandlung des Einzelnen verständlich zu machen und näher zu begründen. Die kleinere Hälfte des ersten Bandes beschäftigt sich daher mit den Grundsätzen der wissenschaftlichen Eintheilung der Thierwelt und den hierbei in Betracht kommenden philosophischen Anschauungen. Die Morphologie, die Entwicklungsgeschichte, die geographische Verbreitung in der Jetztwelt und die geologische Reihenfolge liefern die Grundlage einer Anzahl von Betrachtungen, die von einem spiritualistischen und oft entschieden theistischen Sinn getragen werden. Der Grundgedanke, der sich durch das Ganze zieht, ist der, dass bestimmte, oft nicht unmittelbar auffallende Plane das Schöpfungsgebäude durchziehen und die Organisation der gleichzeitig vorhandenen Wesen und der successiv auftretenden Organismen beherrschen. Die zeitliche Verknüpfung verräth sich dadurch, dass viele Formen, die man in früheren geologischen Epochen antrifft, den einfacheren Typen derselben Klassen in späteren Zeiten entsprechen. Man stösst überdies auf prophetische Bildungen d. h. auf solche aus vorangegangenen Epochen, die Merkmale gleichzeitig darbieten, welche auf verschiedene Typen späterer Perioden vertheilt sind. Die Sauroidei unter den Fischen der geologischen Epochen, die den Reptilien vorangingen, vereinigten auf diese Art Zeichen von Fischen und Reptilien, die in der Folge nur gesondert auftraten. Die Pterodactylen, die Ichthyosauren u. s. w. gehören ebenfalls hierher.

Der Abschnitt, der von der Classification der Thierwelt handelt, liefert nicht blos eine historische Darstellung der verschiedenen Systeme und der Gesichtspunkte, unter denen sie entworfen worden, sondern auch die eigenen Ansichten von *Agassiz* über die Abgrenzung der weiteren und engeren Gruppen der Thierwelt. Ein Versuch einer selbständigen Eintheilung derselben ist p. 184—187 gegeben.

Die Schildkröten, denen die übrigen Theile der beiden ersten Bände des Werkes gewidmet sind, werden in zwei Unterordnungen mit sieben Familien getrennt, nämlich die Chelonii *Oppel* (Chelonioidae und Sphargididae) und die Amydae *Opp.* (Trionychidae, Chelyoidae, Hydraspididae, Chelydroidae, Cirosternoidae, Emydoidae und Testudinina). Eine vergleichend anatomische Uebersicht des Baues dieser Thiere nebst einzelnen physiologischen Bemerkungen, Betrachtungen über nachembryonale für die Zoologie wichtige Entwickelungsveränderungen und die Lebensthätigkeiten der Schildkröten, deren gegenwärtige und deren geologische Vertheilung reihen sich zunächst an. Die ausführliche zoologische Darstellung der untergeordneten Gruppen und der Genera schliesst den ersten Band des Werkes.

Der zweite, welcher die Entwicklungsgeschichte enthält, muss das Interesse des Physiologen in hohem Grade in Anspruch nehmen. *Agassiz* benutzte hier das reiche, ihm zu Gebote stehende Material mit allen Hülfsmitteln, welche die Gegenwart für morphologische Forschungen darbietet. Die mikroskopischen Beobachtungen spielen daher eine Hauptrolle in dieser embryologischen Darstellung. Die Menge der neuen Thatsachen nöthigt hier zu einer mehr ins Einzelne gehenden Mittheilung.

Die jüngsten Eierstockeier der Schildkröten sind gleichartige Kugeln, die zwischen den Zellen der Masse des Eierstockes liegen. Man hat daher weder eine endogene Entstehungsweise des Eies, noch einen von vorn herein angelegten Zellenbau desselben. Das erste Auftreten des Keimbläschens innerhalb dieser Anlage des Eies wechselt in hohem Grade. Es geht aber nie der Abscheidung der Dotterhaut voran, übt (als Kern) keinen sichtlichen Einfluss auf die Bildung der Eizelle und liegt auch nicht in dem Mittelpunkte derselben bei seiner ersten Erscheinung.

Man findet die frühesten Entwicklungsstufen der Eier im Eierstocke in ausserordentlichen Mengen. Die späteren dagegen sind reihenweise nur in den Zahlen vorhanden, die jeder der nächsten Ablagerung von Eiern entsprechen. Nanemys bietet daher nur zwei oder drei, Chrysemis picta fünf bis sieben und Chelydra serpentina mehr als dreissig dar.

Digitized by Google

Um die einzelnen Theile der Zellen unabhängig von aller Theorie zu bezeichnen, schlägt *Agassiz* den Namen des Ectoblasten für die Zellenhaut und den des Mesoblasten für den Kern vor. Der Nucleolus heist dann Entoblast und ein in diesem enthaltenes ausgezeichnetes kleineres Körperchen der Entosthoblast. Die Dotterhaut des Eies entspricht hiernach einem Ectoblasten, das Purkinje'sche Bläschen einem Mesoblasten, der Wagnersche Keimfleck einem Entoblasten und das oft in diesem enthaltene eigenthümliche Bläschen einem Entosthoblasten.

Der Kern oder der Mesoblast der Dotterzellen entsteht später als diese. Manche kleinere Zellen enthalten ihn schon, während er oft in anderen grösseren mangelt. Der Ectoblast oder die Dotterhaut erzeugt sich durch die Verschmelzung einer Schicht der peripherischen gleichartigen Kugeln. Von einer Verdichtung der Zellenmembran um den Kern ist nicht die Rede.

Das Purkinje'sche Bläschen bildet ursprünglich einen festen Körper mit unbestimmten Grenzen, der in keinem bedingenden Zusammenhange mit der Entwicklung der Eizelle steht. Er bekommt später eine sehr dünne Begrenzungshaut und einen flüssigen Inhalt. Man kann in diesem im Anfange keine Spur von Wagner'schen Flecken auffinden. Einer oder zwei treten erst auf, wenn der Durchmesser des Purkinje'schen Bläschens ungefähr den vierten Theil von dem der Eier erreicht hat. Sie vermehren sich in der Folge, sind im Anfange hell und durchsichtig, werden später trüber, bekommen eine scharfe Begrenzungslinie und zeigen im Innern einen excentrischen Entosthoblasten, der sich bald rascher, als das Wagner'sche Bläschen vergrössert, bis er oft $^{3}/_{4}$ des letzteren einnimmt. Beide verschwinden später. Der Inhalt des Purkinje'schen Bläschens wird dann wieder gleichförmig. Einzelne Eier von bestimmter Grösse können schon diese Veränderung durchlaufen haben, während sie anderen desselben Durchmessers noch bevorsteht.

Die oben erwähnten stärker ausgebildeten Reihen von Eierstockeiern, von denen jede in einer künftigen Brütezeit gelegt werden soll, entwickeln sich periodisch, jedoch erst nachdem die Thiere ein gewisses Alter erreicht haben. Chrysemis picta enthält z. B. bis zum siebenten Lebensjahre nur kleine, noch nicht reihenweise gestellte Eier. Erst von nun an bilden sich von Jahr zu Jahr Eierreihen. Jede von diesen enthält dann, wie erwähnt, eben so viel Eier, als das Thier zu einer Brunstzeit legt. Dieses geschieht aber erst nach vier Jahren zum ersten Mal. Die erste Begattung fällt hier mit der neuen Entwicklungsweise der Eier zusammen. Jeder Frühling, der eine abermalige Brunstzeit herbeiführt, bedingt eine stärkere Ausbildung einer neuen Eierreihe, die erst nach vier Jahren allmäligen Wachsthumes in der oben genannten Schildkröte gelegt wird. Diese Veränderungen hängen nur mit der Brunst, nicht aber mit der Befruchtung zusammen. Sie treten blos im Frühjahre auf, während sich die Schildkröten noch ein zweites Mal im Herbste zu begatten pflegen.

Da die gefangenen Thiere diesen Akt nie vollziehen, so stösst die genauere Verfolgung des Befruchtungsprocesses auf ausserordentliche Schwierigkeiten. *Agassiz* konnte die Spermatozoiden bei den sich selten darbietenden Beobachtungen nur bis in den Eileiter verfolgen. Eine Mikropyle kommt in dem Eie der Schildkröten nicht vor und es zeigte sich bis jetzt noch keine Erfahrung, die ein Eindringen der Spermatozoiden in das Ei andeutete. *Agassiz* spricht sich über diesen Punkt überhaupt in hohem Grade zweifelnd aus. Unbefruchtete Eier können auch in diesen Thieren einen beschränkten Furchungsprocess durchmachen.

Glyptemis insculpta liefert das deutlichste Beispiel einer eigenthümlichen Bildungsart des Eiweisses, die von der der Vögel wesentlich abweicht. Die erste Eiweissmasse und die Eischalenhaut werden hier in einem und demselben oberen Bezirke des Eileiters abgesetzt. Das später abgelagerte Eiweiss muss daher durch die Poren der sich fortentwickelnden Schalenhaut in das Ei eindringen. Alle Drehungen, welche dieses zu jener Zeit im Eileiter vornimmt, berühren daher nicht die innere Eiweissmasse. Der Mangel der Chalazen erklärt sich hieraus ohne Weiteres. Die einzelnen Eiweiss-

schichten werden später durch dunkele Linien geschieden. Diese entstehen durch eigenthümliche längliche Körperchen, deren grosse Axen in einer Richtung in derselben Lage, in anderen dagegen in benachbarten Schichten dahingehen. Die Zusammensetzung der Eischale aus verschmolzenen krystallinischen Kugeln und die hierdurch bedingte Porosität scheinen sich auf ähnliche Art, wie in den Vögeln zu gestalten. Die untergeordneten Merkmale des Gefüges fallen jedoch in den verschiedenen Familien der Schildkröten ungleich aus.

Agassiz bemerkt mit Recht, dass man bis jetzt in den Vögeln noch nicht genügend untersucht hat, wie die Eiweissmasse im Laufe der Embryonalentwicklung theilweise in den Dotter dringt und zur Formveränderung desselben wesentlich beiträgt. Diese Erscheinungen lassen sich in befruchteten Schildkröteneiern Schritt für Schritt verfolgen. Eine Reihe von Einzelverhältnissen, die in dem Werke ausführlich geschildert werden, erläutert das Gesetzmässige dieses Vorganges.

Die Grösse des Kernes oder des Mesoblasten der Dotterzellen nimmt später in dem Grade zu, dass sein Rand die Innenfläche des Ectoblasten berührt. Diese Veränderung wird in den befruchteten Eiern regelmässig angetroffen. Wie aber die Dotterfurchung auch in unbefruchteten Eiern vorkommen kann, so wiederholt sich das Gleiche für die eben erwähnten Veränderungen einzelner Dotterzellen. Die Zahl der Entoblasten vergrössert sich in der Folge in dem Grade, dass oft ein Mesoblast hundert Entoblasten einschliesst. Man beobachtet überdies eine merkwürdige fortgesetzte Selbsttheilung des Mesoblasten. Sie kann in unbefruchteten Eiern vorkommen, fehlt aber immer in solchen, die erst in den Eileiter übertreten, geht stets der Dottertheilung voran und schreitet allmälig von der Peripherie nach dem Mittelpunkte des Dotters während der Dauer der Embryonalentwicklung fort. Die gesonderten und frei gewordenen Theilungsstücke der Mesoblasten rücken zusammen und werden auf diese Weise zu Embryonalzellen, eine Umwandlung, die sich ohne irgend eine Lücke verfolgen lässt. Das Purkinje'sche Bläschen hat keinen Antheil an dem Aufbaue des Embryo. Der Name des Keimbläschens ist daher nicht in der Wirklichkeit begründet. Es entsteht und vergeht nur in Folge der allmäligen Vertheilung der Eiweiss- und der Fettmassen der Dotterkugel.

Die beschränkte Dottertheilung der Schildkröten schreitet sehr rasch fort. Sie ist wahrscheinlich innerhalb 24 Stunden grösstentheils vollendet. Ein blosser Zufall machte es nach vielen vergeblichen Versuchen an verschiedenen Arten möglich, die früheren Stufen der Dotterzerklüftung an Glyptemys insculpta zu beobachten. Es gelang aber selbst hier nicht, den ersten Anfang, nämlich die Anwesenheit einer blossen einfachen Furche nachzuweisen. Eine Reihe grösserer Abtheilungen des der Furchung unterworfenen Dotterabschnittes zeigte sich in den Eiern eines Exemplares, das den 27. Mai geöffnet wurde. Ein zweites Thier derselben Art, das man Tags darauf untersuchte, führte Eier mit dem Grade von Zerklüftung, welcher der Maulbeerform der gesammten Dotterfurchung entsprechen würde. Ein drittes zeigte am nächsten Tage Eier mit ausgebildeter Keimhaut und keine Spur von Dottertheilung mehr. Die Theilungsfurchen haben keine symmetrischen Gestalten. Die einzelnen Abschnitte werden wahrscheinlich nicht von besonderen Häuten, sondern nur von Eiweiss eingehüllt. Sie gehen übrigens noch eine Strecke weit über die Keimscheibe, reichen daher in den Raum, der für den Gefässhof bestimmt ist, und erscheinen vermuthlich überall, wo dieser letztere vordringt. Sie treten später nach und nach in der ganzen Dottermasse auf. Diese bildet übrigens in keinem Geschöpfe eine blosse Nahrungssubstanz für den Embryo, sondern geht allmälig in die Körpergebilde vor oder nach der Vollendung der Embryonalentwicklung über. Die tieferen Dotterschichten haben daher am Ende dieselbe höhere Bedeutung, wie von Anfang an die oberflächlicheren, welche die Keimhaut erzeugte. Man muss das ganze Ei als Embryonalmasse ansehen, ungefähr wie ein junges und ein altes Thier nur verschiedene Formen des gleichen Geschöpfes bilden.

Ein ausführlicher, die Faltungen der Keimhaut überschriebener Abschnitt behan-

Digitized by Google

delt die allmälige Ausbildung des Embryo und der Eihäute in sehr ausführlicher Weise. Ich kann nur bedauern, dass dieser und die beiden folgenden lehrreichen Abschnitte keines verständlichen Auszuges ohne die Beifügung der Abbildungen fähig sind und ich mich daher auf einige der wichtigsten Punkte beschränken muss.

Nach einigen gelegentlich gemachten Mittheilungen scheinen Abnormitäten der frühesten Entwicklungszustände in den befruchteten Schildkröteneiern nichts weniger als selten vorzukommen. Physiologisch interessant ist auch die Thatsache, dass der Embryo noch 36 Stunden fortlebt, wenn man das von seiner Schalenhaut befreite Ei in einer sehr dichten Zuckerlösung aufbewahrt. Versenkt man in diese einen sehr jungen Embryo, der noch mit seinem Gefässhofe verbunden ist, so schlägt das Herz wenigstens 12 Stunden lang kräftig fort.

Zwei Abtheilungen, von denen die eine die Entwicklung der Organe und die andere die der Gewebe behandelt, beschliessen diese auf reichster Beobachtung fussende Untersuchung. Hat es auch nach den Abbildungen, die *Bojanus* nach der erwachsenen Emys europaea gegeben, den Anschein, als entsprängen die Nervi optici aus den Corpora quadrigemina, so lehrt doch die Embryologie, dass sie nicht aus diesen, sondern aus den Lobi optici hervorgehen. Das Cerebellum gehört zu denjenigen Gebilden, die von Anfang an durch Abschnürung aus der Gesammtanlage des Hirns gesondert werden. Es ist mithin kein erst secundär hervortretendes Gebilde. Eine Hypophysis, wie man sie in der erwachsenen Schildkröte sieht, ist selbst in dem frisch ausgekrochenen Thiere nicht vorhanden.

Die erste Spur des Auges zeigt sich hier als eine Hervorstülpung, die mit dem Lobus opticus der gleichen Seite zusammenhängt. Eine gemeinschaftliche Augengrube wurde nicht wahrgenommen. Man erkennt dagegen vorzugsweise in den Zeichnungen die Einstülpungsbildungen der Krystalllinse und die hierdurch bedingte Einschlagung der Netzhaut, aus der dann die späteren Unterschiede der Jacob'schen Haut und der übrigen Retina hervorgehen. Eben so erläutert eine sehr deutliche Abbildung, wie sich die Linsenzellen reihenweise und mit queren Zwischenwänden zusammenlegen. Man trifft die Pupillarmembran nicht blos in der Schildkröte, die eben das Ei verlassen hat. Sie erhält sich auch wahrscheinlicherweise während der übrigen Lebenszeit. Ein ungefähr 20jähriges Exemplar von Trachemys scabra hatte sogar eine doppelte, sehr dicke Haut der Art.

Die erste Anlage des Ohres bildet eine Vertiefung, die mit der Mittellinie der Unterseite des verlängerten Markes durch einen Stiel verbunden ist. Die Grube selbst entspricht dem äusseren Gehörgange. Das Vestibulum entsteht erst später als eine Anschwellung an dem Hörnerven.

Die eben ausgekrochene Schildkröte besitzt einen noch sehr unvollkommen verknöcherten Schädel. Der Zwischenkieferknochen zeigt verhältnissmässig die stärkste Verknöcherung, obgleich er nur aus schwammiger Masse besteht. Das Oberkiefer-, das Siebbein und die Stirnbeine sind kaum weniger verknöchert, als die Unterkiefer. Die Scheitelbeine folgen dann zunächst. Die Crista occipitis besitzt nur eine äussere Knochenschicht und ist im Uebrigen knorpelig. Die Basis ossis occipitis und das Sphenoideum beginnen in ihrem Innern zu erhärten, alle andern Schädelknochen dagegen sind nur noch knorpelig angelegt.

Das Herz und die Blutgefässe entstehen als Hohlräume der einzelnen Embryonaltheile, vorzugsweise des Gefässblattes oder der Intestinal-Subsidiarschicht, wie *Agassiz* sie nennt. Die erste Spur des Blutlaufes besteht auch hier darin, dass das schlauchförmige Herz eine mit Embryonalzellen vermischte eiweissartige Flüssigkeit vor- und rückwärts stösst. Der Mangel scharf gesonderter Wandungen in jenen ursprünglichen Gefässlücken begünstigt das Verschwinden früherer zahlreicher Gefässverbindungen, wie man z. B. im Laufe der Entwicklung des Harnsackes sieht. Die Area vasculosa zeichnet sich durch die vielfachen Unregelmässigkeiten ihrer Entwicklung aus.

Während die anfänglichen Zellen überall die gleichen sind, bieten meist die spä-

Digitized by Google

teren eigenthümliche Merkmale dar. Die des Amnion z. B. erscheinen zu allen Folgezeiten polygonal und durchsichtig. Sie enthalten einen hellen Mesoblasten, der wieder einen durchsichtigen Inhalt mit einem in der Mitte gelegenen Entoblasten führt. Nur das verlängerte Mark, nicht aber der anstossende Theil des Rückenmarkes hat geschwänzte Zellen kurz vor dem Auskriechen des Embryo. Die Lobi olfactorii führen schmalere, dunklere und undurchsichtigere Zellen, als die Grosshirnhemisphären. Die der N. N. olfactorii legen sich reihenweise zusammen, ehe sie durch Schwinden ihrer Zwischenwände in Nervenfasern übergehen.

Untersucht man die Rückensaite zur Zeit, wenn die Wirbel in der ganzen Länge der Wirbelsäule angelegt worden, so findet man, dass sie nach aussen hin aus spindelförmigen durchsichtigen Zellen besteht, deren längerer Durchmesser auf der Längsachse der Rückensaite senkrecht steht. Ihre Wand verdickt sich später. Sie selbst werden breiter und bekommen unregelmässigere Umrisse. Die äusseren, die inniger unter einander zusammenhängen, bilden dann eine Hülle, welche die inneren und lockereren einschliesst. Diese haben aber kugelige Formen, dünnere Wände und einen durchsichtigen Inhalt. Man konnte einen Mesoblasten in keiner der Zellen der Rückenseite zu irgend einer Zeit entdecken.

Die verknöcherten Theile der Wirbel der ausgekrochenen Schildkröte enthalten Kalkfasern, die zwar im Allgemeinen nahe bei einander liegen, jedoch noch zahlreiche längliche Zwischenräume übrig lassen. Man kann drei getrennte Lagen solcher Gebilde in dem erhärteten Theile unterscheiden. Der Kalk setzt sich zuerst in den Fasern und später zwischen ihnen ab, bis das Ganze eine gleichartige Lage bildet, die nur hin und wieder von hellen Flecken unterbrochen ist. Bei der Verknöcherung der ächten Knorpelmasse schlagen sich die Kalkkörnchen längs der Wände der Knorpelkörper nieder. Sie verbinden sich dann mit dem benachbarten Netzwerke der schon vorhandenen Knochenmasse. Die Extremitätenknorpel zeichnen sich dagegen dadurch aus, dass sich in ihnen die Kalkkörnchen zuerst in der Mitte der Knorpelkörper absetzen, von ihnen gebildete Strahlen gehen dann von jener Mittelmasse nach dem Umkreise der Körper aus.

Die Netzhautzellen besitzen eine säulenförmige Gestalt, kurz nachdem die Entwicklung des Augapfels begonnen hat. Ihre Längenachse schneidet die Augenwand in senkrechter Richtung. Jede von ihnen nimmt zugleich die ganze Dicke der Netzhaut ein. Die Retina der eben ausgekrochenen Schildkröte dagegen liefert schon einen eben so verwickelten Bau, als die des erwachsenen Thieres. Man findet eine Schicht sehr dünner Fasern unmittelbar hinter der Hyaloidea. Sie erstreckt sich von der Eintrittsstelle der Sehnerven bis zu dem Vorderrande der Netzhaut. Nun folgt eine Lage grosser durchsichtiger runder Zellen, von denen jede einen umfangreichen Mesoblasten einschliesst und manche uni- und andere bipolare Fortsätze darbieten, dann kleine sehr dünnwandige, hierauf ähnliche nur mehr längliche oder spindelförmige Zellen mit Fortsätzen, die nach beiden benachbarten Schichten gehen, und endlich noch eine äusserste Lage Zellen, von denen hin und wieder Verlängerungen in die Jacob'sche Haut hinübertreten. Diese letztere endlich besteht aus zwei Arten von Zellen. Die eine gleicht den nach innen zu benachbarten Zellen, hat aber keine Mesoblasten und sendet Fortsätze nach innen. Die andere bietet dieses zweite Merkmal nicht dar. Diese Zellen enden abgerundet oder gehen beiderseits in dünnere Fäden über. Sie führen einen Mesoblasten, dessen Farbe von Weiss bis zum tiefsten Orangeroth wechselt. *Agassiz* konnte aber nie finden, dass sich Fasern ununterbrochen von der inneren Lage (der Faserschicht der Sehnerven) bis zur äussersten (der Stäbchenschicht) unmittelbar hinziehen.

Die Linsenfasern bilden in früher Zeit linienförmige Reihen von Zellen. Sie entstehen also nicht aus der Verlängerung einer einzigen Zelle.

Die Schleimhaut der Speiseröhre trägt kurz vor dem Auskriechen eine doppelte Schicht von Zellengebilden. Die oberen, welche Flimmerhaare haben, führen je einen Mesoblasten mit einfachen oder mehrfachen Entoblasten. Die unteren besitzen eine cylindrische Form und einen körnigen Inhalt ausser dem hellen Mesoblasten. Die

Haare der Flimmerzellen des Magens sind regelmässig vertheilt. Sie stehen an dem Umkreise der Oberfläche, da wo die benachbarten Zellen zusammenstossen. Jede Magensaftdrüse enthält nur eine einfache Zellenschicht.

Untersucht man den Nahrungskanal zur Zeit des Auskriechens, so findet man, dass sich die einfachen Faserzellen der Muskelhaut der Speiseröhre durch ihre beträchtliche Länge auszeichnen. Die Schleimhaut des Magens hat mindestens vier, die des Dünndarms vier oder fünf, und die des Dickdarms sechs, endlich die der Harnblase fünf Zellenschichten. Die malpighischen Knäuel liegen nicht in Endanschwellungen, sondern mitten im Verlaufe der Harnkanälchen, wie durch eine sehr schöne Abbildung erläutert wird.

Die Blutkörperchen bilden blosse runde durchsichtige Zellen, wenn das Herz seine Röhrenform zu verlieren beginnt. Diese Beschaffenheit bleibt, bis der Harnsack von dem Embryo herangewachsen ist. Sie scheinen dann einen körnigen Mesoblasten zu bekommen. Dieses rührt aber vermuthlich nur von der Natur des Entoblasten her. Die Eiform der ausgebildeten platten Blutkörperchen stellt sich erst spät ein. Uebergangsgestalten kommen häufig vor. Sie kleben zu dieser Zeit leicht zusammen und platten sich dann durch gegenseitigen Druck oder den Widerstand anderer Körper häufig ab.

Die Muskeln des zum Auskriechen reifen Embryo zeigen sehr verschiedene Entwicklungsstufen. Die an den Wirbelbogen gehefteten Fasergebilde bestehen theils aus Spindelzellen, die mit ihren schiefen Wänden an einander liegen und einen eiformigen, viele Körnchen enthaltenden Mesoblasten einschliessen, theils aus kernlosen Zellen, deren Zwischenwände an vielen Stellen schon geschwunden sind. Manche der kernführenden Zellen zeigen übrigens schon die gleiche Vereinigungsweise, wie die kernlosen. Der körnige Inhalt derselben bietet häufig eine lineare Anordnung dar. Die Muskelfasern des Vorderfusses dagegen besitzen um diese Zeit die charakteristischen Merkmale der gleichen Gewebe des erwachsenen Geschöpfes. Die Fibrillen aber bestehen auch hier noch aus blossen Körnchensträngen, wie die oben erwähnten. Diese lassen sich auch noch kurz vor der Geburt an dem oberen Zurückziehen des Kopfes nachweisen, so wie die frischen Fibrillen aus ihrer natürlichen Lage verrückt oder die Muskelfasern mit Weingeist behandelt werden.

Die dem zweiten Bande beigefügten, lithographirten Quarttafeln zusammengedrängter Abbildungen sind theils zoologischen, theils embryologischen Gegenständen gewidmet. Die ersten sechs stellen eine beträchtliche Menge junger Schildkröten (unmittelbar nach dem Auskriechen oder kurz darauf) dar. Jedes Thier ist meist von mehreren Seiten gezeichnet. Nur die letzte Tafel enthält auch schon einige embryologische Gegenstände. Die beiden folgenden Tafeln behandeln die mannigfachen Formen der gelegten Schildkröteneier. Vier Tafeln sind der Anatomie der weiblichen Geschlechtswerkzeuge, drei der Abbildung einzelner Embryonen, Spermatozoiden etc. und schematischen Figuren, dreizehn der Ovologie und der Embryologie, vier der Gewebeentwicklung gewidmet. Die beiden letzten in Farbendruck gegebenen Tafeln endlich zeigen die mannigfachen Varietäten vorzüglich der Färbungen, welche Ptychemis rugosa *Ag.* (Emys rubiventris auct.) darbietet. Manche der embryologischen Zeichnungen sind eben so treu und schön gehalten, als z. B. in dem Prachtwerke des Kataloges des Hunter'schen Museums, an dessen Darstellungsweise sie oft erinnern. Der Werth der mikroskopischen Abbildungen verräth sich dadurch, dass der Kenner in der Regel auf den ersten Blick weiss, was gezeichnet worden. Das Verdienst dieser Abbildungen ist aber um so grösser, als hier mit Steindruck erreicht wurde, was man sonst oft in Kupferstich kaum in ebenbürtiger Weise erlangen konnte.

Berichtigung.

S. 448 Z. 12 v. u. l. »unbefruchteten Weibchen« statt »unbefruchteten Eiern.«

Ueber das Receptaculum seminis der weiblichen Urodelen.

Von

C. Th. von Siebold in München.

Mit Tafel XVIII.

Als ich vor zweiundzwanzig Jahren bei den weiblichen Insekten zuerst die Anwesenheit und Bedeutung des Receptaculum seminis nachwies,[1]) ahndete ich nicht, dass mir vorbehalten bliebe, auch bei Wirbelthier-Weibchen ein gleiches Organ zu entdecken. Nachdem später ausser in der Insekten-Classe noch in verschiedenen anderen Classen der wirbellosen Thiere eine Samen-Tasche als Anhang der weiblichen Fortpflanzungsorgane aufgefunden war, lag der Gedanke nahe: ob nicht auch bei gewissen Wirbelthier-Weibchen ein ähnlicher Samen-Behälter vorhanden sein könnte, von welchem aus die nach vollzogener Begattung in bald grösseren bald geringeren Zeit-Zwischenräumen von den Ovarien sich lostrennenden Eier durch Spermatozoiden befruchtet würden. Obwohl ausser mir gewiss auch andere Naturforscher sich eine solche Frage aufgeworfen haben mögen, so scheint man sich doch nie ernstlich mit dem Aufsuchen eines Receptaculum seminis bei weiblichen Wirbelthieren beschäftigt zu haben, denn gewiss wäre der Fund, den ich während des verflossenen Spätsommers in dieser Beziehung gemacht habe, auch anderen Forschern nicht entgangen, wenn sie darnach gesucht hätten.

Mit Recht konnte *Leydig* noch im vorigen Jahre sagen:[2]) »bei Wirbelthieren kennt man mit Sicherheit noch nichts von einem Receptaculum seminis.« Zwar erklärt *Hyrtl*[3]) einen bei Chimaera monstrosa von

1) S. meinen Aufsatz über: die Spermatozoen in den befruchteten Insekten-Weibchen, abgedruckt in Müller's Archiv 1837. p. 392.

2) Vergl. dessen Lehrbuch der Histologie. 1857. pag. 543.

3) Vergl. Sitzungsberichte der mathemat. naturwissenschaftl. Classe der k. Akademie der Wissenschaften. Bd. XI. Wien. 1854. pag 1086. Fig. 2. gh.

Digitized by Google

Leydig[1]) aufgefundenen Sack, der mit dem weiblichen Genitalsystem zusammenhängt, für eine Samentasche, ohne aber einen überzeugenden Beweis für die Richtigkeit seiner Deutung geliefert zu haben. Dagegen kann ich heute mit der grössten Bestimmtheit die Behauptung aussprechen, dass bei gewissen Wirbelthier-Weibchen, nämlich bei allen weiblichen Salamandern und Tritonen ein Receptaculum seminis vorhanden ist.

Die erste Vermuthung, dass die weiblichen Urodelen eine Samentasche besitzen möchten, kam mir in den Sinn, als ich während der letzten Herbstferien in der herrlichen Gebirgsgegend von Berchtesgaden einen längeren Aufenthalt gemacht und es unternommen hatte, die Entwicklungsgeschichte des lebendiggebärenden schwarzen Alpensalamanders, über welche *Schreibers*[2]) so viel merkwürdiges mitgetheilt, mit eigenen bei Augen zu verfolgen. Ich hatte mir einen gehörigen Vorrath von dieser Berchtesgaden nicht selten vorkommenden Salamandra atra verschafft, und war erstaunt, bei der Zergliederung der weiblichen Individuen dieses Molches dieselben in den verschiedensten Stadien der Trächtigkeit anzutreffen. Dasselbe nahm ich so eben acht Monate später an zahlreichen Weibchen eines Transportes von 80 lebenden schwarzen Erdmolchen wahr, die im Anfang dieses Monats Juni in der Umgegend von Berchtesgaden bei ihrem ersten Erscheinen nach einem warmen Gewitterregen gesammelt und an mich hieher gesendet worden waren.

Ich überzeugte mich bei diesen Untersuchungen von der Richtigkeit aller von *Schreibers* über diese Salamandra atra gemachten Angaben. Nach diesen Mittheilungen ist es bekannt, dass der lebendiggebärende schwarze Erdsalamander immer nur zwei vollkommen ausgebildete, 20 bis 22 Linien lange Junge, an denen jede Spur von Kiemen verschwunden ist, zur Welt bringt, während dieselben als Foetus mit ausgezeichnet langen bis über die Hinterschenkel hinabragenden Kiemen versehen sind[3]), so dass also diese als Landthiere zur Welt kommenden schwarzen Erd–

1) S. Müller's Archiv. 1851. pag. 268.

2) S. dessen bei der Naturforscher-Versammlung zu Wien gehaltenen und in der Isis 1833 pag. 527 abgedruckten Vortrag: »über die specifische Verschiedenheit des gefleckten und des schwarzen Erdsalamanders und die höchst merkwürdige, ganz eigenthümliche Fortpflanzungsweise des letztern«. Einige denselben Gegenstand betreffende Notizen theilte *Schreibers* in einem wenig bekannt gewordenen Briefe mit, der sich in dem naturwissenschaftlichen Anzeiger der schweizerischen Gesellschaft für gesammte Naturwissenschaften, Jahrg. II. 1819. p. 54 abgedruckt findet.

3) *Van der Hoeven* hat in seinen Fragmens Zoologiques sur les Batraciens (in den Mémoires de la société d'histoire naturelle de Strassbourg. Tom. III. 1840—46. Fig. 6. 7.) einen ziemlich erwachsenen Foetus, den er aus dem Uterus eines schwarzen Salamanders herausgeschnitten hatte, abgebildet, dessen Kiemen aber sich gewiss schon in der Rückbildung befanden, da sie nicht bis zur Hälfte des Abdomens hinabreichten.

salamander ihre Metamorphose von Anfang bis zu Ende im Mutterleibe durchmachen müssen. Während der Monate August und September fand ich nun in einigen erwachsenen Weibchen des schwarzen Erdmolches zwei ganz ausgetragene Junge, in anderen dagegen hatten sich die beiden Jungen eben erst zu entwickeln angefangen, während wiederum in anderen die beiden Jungen als kiementragende Larven mehr oder weniger die Hälfte ihrer Entwicklungszeit überstanden hatten. Eine solche Verspätung des Fortpflanzungs-Geschäftes war mir an diesem schwarzen Salamander um so mehr aufgefallen, als die Brunstzeit dieser Thiere, wie bei fast allen geschwänzten und ungeschwänzten Betrachiern in die Zeit des Frühlings und des Frühsommers fällt. In der That zeigten sich auch bei den männlichen Individuen des schwarzen Salamanders, welche ich im August und September untersuchte, die inneren Geschlechtstheile in einem vollständig unthätigen Zustande, während die im Anfang Juni von mir untersuchten Männchen Hoden und Samenleiter mit beweglichen Spermatozoiden gefüllt besassen, woraus ich schloss, dass von diesem geschwänzten Betrachier der Begattungsakt ebenfalls in den wärmeren Frühlingstagen vorgenommen werde und dass die Trächtigkeit und das Gebären der Weibchen dieses Erdmolches von da ab den Sommer hindurch bis gegen Herbst und Frühling hin sich vielleicht mehrmals wiederhole.

Da die schwarzen Salamander in der höheren Alpenregion zu leben bestimmt sind, wo sich nicht so leicht und so andauernd futterreiches Wasser findet, in das die trächtigen Weibchen dieser Salamander-Art, wie die in niederen und wasserreicheren Gebirgs-Regionen wohnenden gelbgefleckten Salamander, mit Kiemen athmende Jungen unterbringen könnten, so sind dieselben auch dazu bestimmt, ihre Brut länger bei sich zu tragen, um sie nachher sogleich als fertige Land- und Lungenthiere zur Welt zu bringen. Es gebären aber auch aus diesem Grunde die schwarzen Salamander nicht, wie Salamandra maculosa, dreissig bis vierzig und 12 bis 15 Lin. lange Larven, sondern, wie schon vorhin erwähnt wurde, nur zwei aber um so viel grössere, nämlich bis zu 22 Lin. lange vollkommen ausgebildete kiemenlose Junge. Dieser vollkommene Entwicklungszustand der neugeborenen schwarzen Salamander wird durch einen höchst merkwürdigen, schon von *Schreibers* beobachteten[1]) Vorgang erreicht. Es treten nämlich, wie bei dem gefleckten Salamander, vierzig bis sechszig Eier jederseits in den Uterus ein, aber von diesen Eiern entwickelt sich in jedem der beiden Fruchthälter immer nur ein einziges Ei, und zwar, wie ich beobachtet habe, immer das unterste dem Uterus-Ausgang zunächst gelegene Ei, während die übrigen Eier zu einer gemeinschaftlichen Dottermasse zerfliessen. Hat der Embryo sich auf Kosten seines eigenen Dotters mit Kopf, Rumpf und Schwanz entwickelt, so eignet sich derselbe die übrige Dotterflüssigkeit des Uterus durch Verschlucken und Verdauung

1) S. Isis, a. a. O. pag. 529.

ebenfalls an, und ist dadurch im Stande, alle Entwicklungsstadien der Urodelen-Brut bis zur vollständigen Ausbildung eines Landsalamanders im Mutterleibe durchzumachen. Durch den Umstand, dass sich der Geburtsakt von nur zwei Jungen bei Salamandra atra während eines Jahres wahrscheinlich mehrmals wiederholt, wird wohl dieser Erdsalamander in seiner Vermehrung den übrigen Urodelen nicht nachstehen.

Weichen die Weibchen des schwarzen Erdmolches von den meisten übrigen Batrachiern, welche nur einmal im Frühjahre oder Frühsommer ihre Geschlechtsfunktion verrichten, schon dadurch ab, dass sie in dem langen Zwischenraume von zwölf Monaten mehrmals hintereinander in jedem ihrer Ovarien die beträchtliche Summe von je 50 bis 60 Eiern zur Reife bringen, so erhält diese Erscheinung noch eine ganz besonders auffallende Seite, indem von diesen in die Fruchthälter gelangenden Eiern jedesmal nur eines auf jeder Seite zur vollständigen Entwicklung gelangt. Ich habe mich, wie schon oben erwähnt worden ist, überzeugt, dass die Männchen von Salamandra atra, deren Weibchen im August und September so wie im Anfang Juni sich in den verschiedensten Stadien der Trächtigkeit befanden, um dieselbe Zeit auch nicht die geringsten Zeichen von Brünstigkeit an sich trugen. Aus diesem Grunde musste die Entwicklungsfähigkeit jener, wenn auch nur wenigen Eier in mir die Frage hervorrufen: wie kömmt die Befruchtung aller dieser Eier zu Stande? Diese Frage versuchte ich zuerst dadurch zu beantworten, dass ich das in Bezug auf lebendiggebärende Wirbelthiere Wahrgenommene auch auf die viviparen schwarzen Erdsalamander anwendete und annahm, die befruchtenden Spermatozoiden des schwarzen Erdsalamanders treten im Uterus oder im Eileiter mit den Eiern in jene innige Berührung, welche die Befruchtung der letzteren zur Folge hat, freilich musste ich alsdann auch annehmen, dass die Spermatozoiden sich mehrere Monate lang in den weiblichen Geschlechtswegen, nämlich in den Fruchthältern oder Tuben des schwarzen Erdsalamanders unversehrt aufhalten könnten, da die Weibchen des schwarzen Erdmolches vom Frühjahr ab das ganze Jahr hindurch mehrmals nacheinander trächtig werden, die Männchen dagegen nur im Frühjahre einmal sich brünstig zeigen. Ob aber die Spermatozoiden, frei in den weiblichen Geschlechtswegen eine so lange Zeit befruchtungsfähig, das heisst, beweglich bleiben, ist zweifelhaft, denn von anderen Wirbelthieren hat man bis jetzt ganz entgegengesetzte Erfahrungen, indem nämlich die Beweglichkeit der Spermatozoiden in den weiblichen Geschlechtswegen bei Säugethieren von *Prevost* und *Dumas* so wie von *Bischoff* auf etwa acht Tage veranschlagt, bei Lacerta vivipara von *Leuckart* noch nach zwölf Tagen beobachtet wurden. [1])

Es ist ausserdem noch ein anderer bedenklicher Umstand vorhanden,

1) Vergl. *Leuckart's* Artikel: Zeugung in Rud. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd. IV. pag. 920.

Digitized by Google

welcher die Einsicht in den Befruchtungs-Vorgang der Eier des schwarzen Erdmolchs erschwert und der sich durch die Frage ausdrücken lässt: wie mag es kommen, dass bei Salamandra atra von allen 50 bis 60 Eiern, welche zu verschiedenen Zeitabschnitten beiderseits den Eierleiter durchgleiten und den Fruchthälter ausfüllen, jedesmal nur ein einziges und zwar immer das unterste Ei befruchtet wird und zur Entwicklung gelangt? Diese Frage in Verbindung mit den bereits erwähnten Bedenklichkeiten brachte mich auf den Gedanken, nachzuforschen, ob nicht in den weiblichen Geschlechtswegen von Salamandra atra irgendwo eine Art Receptaculum seminis verborgen stecke, welches die nach der Begattung übergetretenen Spermatozoiden ähnlich, wie bei gewissen Arthropoden, lange Zeit frisch und beweglich erhalten und von Zeit zu Zeit etwas von seinem Inhalte zur Befruchtung jener untersten Eier der Fruchthälter abgeben könnte.

Um eine solche Samentasche bei dem weiblichen schwarzen Erdmolch zu finden, untersuchte ich zuerst genau das unterste Ende der beiden Fruchthälter, konnte aber hier nichts entdecken, was als Receptaculum hätte gedeutet werden können. Ich liess mich aber durch diesen ersten misslungenen Versuch nicht abschrecken und richtete meine Aufmerksamkeit auf die Kloake und zwar auf die den Uterus-Oeffnungen zunächst gelegene Gegend derselben. Ich wurde auch bald für meine Bemühungen belohnt, denn hier fand ich wirklich ein Organ, welches bewegliche Spermatozoiden enthielt und nichts anderes als ein Receptaculum seminis sein konnte. Als ich nämlich an den auf dem Rücken liegenden schwarzen Salamander-Weibchen, welche ich durch mehrere Schläge auf den Kopf betäubt hatte, die Kloake ihrer ganzen Länge nach mit einer feinen Scheere aufspaltete, fiel mir eine auf der Mitte der farblosen Rückenwand der Kloake angebrachte weissliche Erhabenheit ins Auge, über welcher rechts und links die beiden Fruchthälter ausmündeten. Ich schnitt diesen Theil der Kloakenwandung heraus, um ihn unter dem Mikroskope genauer zu untersuchen. Wie war ich erstaunt und erfreut, im Inneren der Substanz dieses Theils der Kloakenwandung eine Menge blinddarmartiger scharf abgegrenzter farbloser Schläuche zu erblicken, welche mit sehr lebhaft beweglichen Spermatozoiden mehr oder weniger angefüllt waren. Bei einem sanften Drucke, welchen ich mit dem Deckglase auf das Präparat ausübte, gelang es mir die Spermatozoiden an der, der Kloakenhöhle zugekehrten Oberfläche der Kloakenwandung zum Hervortreten zu bringen, so dass ich sie isoliren und mit einer stärkeren Vergrösserung betrachten konnte, wobei ich mich vollständig von der Identität dieser beweglichen Samenfäden mit den ihres langen Flimmersaumes wegen so berühmt gewordenen Spermatozoiden der Land- und Wasser-Salamander überzeugte. Sie stimmten in Form und Bewegung vollkommen mit den von *J. N. Czermak* aus dem Vas deferens der männlichen Salamandra atra beschriebenen und abgebildeten Spermatozoiden über-

Digitized by Google

ein.[1]) Ich vermisste bei keinem Weibchen des schwarzen Erdmolches dieses Receptaculum seminis. Da, wo die einzelnen Schläuche dieses Receptaculum seminis mit Samenfäden dicht angefüllt, verräth sich an der herausgeschnittenen und zwischen zwei Glasplatten gepressten Kloakenwand die Anwesenheit des Receptaculum bei auffallendem Lichte durch die milchweisse Färbung und bei durchfallendem Lichte durch die schwärzliche Färbung der einzelnen Schläuche. Es besteht nach meinen genaueren und oft wiederholten Untersuchungen ein solches Receptaculum seminis aus zwei an der erwähnten Stelle in der Kloakenwandung eingebetteten Gruppen wurstförmiger und verschieden gebogener oder gewundener Blindschläuche, deren unteres nach der freien Mündung hingerichtetes Ende stets verengert ist, während das entgegengesetzte blinde Ende immer erweitert erscheint. Es lassen sich ohngefähr 30 bis 40 solcher Blindschläuche an jeder Gruppe herauszählen, welche als Receptaculum seminis der rechten und linken Seite einander so genähert sind, dass nur ein ganz schmaler Zwischenraum in der Mittellinie am Rücken der Kloakenwandung von diesen Blindchläuchen frei bleibt. Die Blindschläuche sind übrigens auf beiden Seiten so geordnet, dass ihre verengerten Hälse mit ihren sehr schwer in die Augen fallenden Mündungen mehr oder weniger nach dem Mittelpunkte einer jeden Gruppe hingerichtet sind, während die blinden Enden derselben rund umher die Periferie der beiden Gruppen einnehmen.

Aus der ganzen Anordnung dieser Samenbehälter lässt sich mit grösster Wahrscheinlichkeit annehmen, dass sie demselben Zwecke zu dienen haben, wie die Receptacula seminis der Arthropoden, das heisst, sie werden, wie diese, bei der Begattung die von der Kloake des Männchens in die Kloake des Weibchens überströmenden Spermatozoiden aufzunehmen und längere Zeit aufzubewahren haben, um aus diesem Samen-Vorrath später je nach Bedürfniss von Zeit zu Zeit eine gewisse Quantität Spermatozoiden zur Befruchtung der Eier abgeben zu können. Es werden hierbei aber die Eier von den vorräthig gehaltenen Spermatozoiden nicht, wie bei den meisten Arthropoden, während ihres Hindurchgleitens durch die untersten Geschlechtswege befruchtet, sondern es werden hier, da die Entwicklung der Jungen des schwarzen Salamanders bereits im Uterus vor sich geht, die Spermatozoiden aus dem Receptaculum seminis in den Uterus eintreten müssen. Der Eintritt der Spermatozoiden in die beiden Fruchthälter des schwarzen Salamanders erscheint dadurch ermöglicht, dass sich hier in der nächsten Nähe der Samentaschen auch die beiden Mündungen der Fruchthälter befinden, welche mit ihren kurzen faltigen Rändern und im geschlossenen Zustande eine papillenartige Hervorragung

1) S. dessen Beitrag zur Kenntniss der festen Formbestandtheile im Samen der Molche. Fig. 1—6. (Abgedruckt in der Uebersicht der Arbeiten und Veränderungen der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Kultur im Jahre 1848. pag. 79.)

dicht über derjenigen Stelle der Kloake bilden, an welcher die Blindschläuche der Samentaschen verborgen liegen. Man darf wohl annehmen, dass durch eine leichte Kontraktion der Kloake bei geschlossener äusserer Kloakenspalte die Ränder der schwach und vorübergehend geöffneten Uterus-Mündungen jene Stelle der Kloake berühren können, an welcher die Blindschläuche der Samentaschen in die Kloakenhöhle ausmünden, und dass auf diese Weise ein Austreten einzelner Spermatozoiden aus diesem oder jenem Blindschlauch sowie ein Eintreten derselben durch den geöffneten Muttermund in den Uterus zu Stande käme.

Ob dieser Uebertritt von Spermatozoiden aus dem Receptaculum seminis in den Uterus bei Salamandra atra erst statt findet, nachdem sich bereits die Fruchthälter mit Eiern gefüllt haben, oder ob jener Vorgang sich vorher ereignet, darüber habe ich mir keine Auskunft verschaffen können, indessen möchte ich doch glauben, dass ersteres statt finde, weil sich dadurch jene Frage, warum von 50 bis 60 Eiern in den Fruchthältern des schwarzen Erdmolchs jedesmal nur ein einziges und zwar immer das unterste Ei zur Entwicklung gelangt, am besten beantworten lässt. Es werden nämlich bei den mit vielen Eiern angefüllten Fruchthältern die Wandungen derselben die Eier so dicht umschlossen halten, dass die durch den geöffneten Muttermund eindringenden Spermatozoiden nur zu dem untersten diesem zunächst liegenden Eie vordringen und dieses allein befruchten können.

Eine merkwürdige Erscheinung, welche noch genauer verfolgt zu werden verdient, will ich hier nicht mit Stillschweigen übergehen. Es war mir nämlich einige Male im unteren Ende des einen oder des anderen Uterus eines trächtigen Erdmolchs neben einem halberwachsenen ebenmässig gebildeten Fötus ein eigenthümlicher ovaler oder rundlicher grauer Körper aufgefallen, welcher in Grösse kaum ein reifes gelbes Ei dieses Erdmolchs übertraf. Bei genauerer Untersuchung sah ich die Oberfläche dieses Körpers flimmern, und schwarze körnige Pigmentmassen aus dem Innern desselben hindurchschimmern, an ein Paar eingeschnürrten Stellen desselben Körpers ragten verästelte Fortsätze hervor, welche an die Kiemen der Urodelen-Larven erinnerten, eine dritte Stelle nahm sich wie ein kurzer Schwanzstummel aus, kurz ich überzeugte mich, dass diese Körper nichts anders als ganz missgestaltete Embryone waren. Die Entstehung dieser Monstra liesse sich wohl daher ableiten, dass in jenen Fruchthältern ein zweites Ei unvollkommen befruchtet wurde, indem vielleicht auf dasselbe eine nicht hinreichende Menge von Spermatozoiden eingewirkt hat; die darauf gefolgte mangelhafte Entwicklung das Embryo ist hier nur um mehrere Entwicklungsstadien weiter gegangen als jene, auf welcher die von *Newport*[1]) absichtlich unvollkommen befruchteten Froscheier stehen geblieben sind.

1) Vgl. dessen wichtige Abhandlung: on the impregnation of the ovum in the Amphibia, II series, in den philosophical transactions. 1853. Part. II. pag. 247.

Digitized by Google

Ich fand übrigens nicht bei allen von mir im August und September untersuchten weiblichen Individuen der Salamandra atra sämmtliche Blindschläuche der Receptacula seminis mit Spermatozoiden angefüllt; bei einigen sah ich sogar beide Receptacula von Spermatozoiden ganz leer. Es hing dieses verschiedene Verhalten der Samentaschen gewiss von dem geringeren oder grösseren Verbrauche ihres Inhalts ab. Da, wo die Samentaschen erwachsener Weibchen gar keine Spermatozoiden enthielten, waren die letzteren vermuthlich gänzlich aufgebraucht, und hatte bei diesen Individuen das Fortpflanzungsgeschäft für dieses Jahr seinen Abschluss erreicht. Bei anderen Individuen mit leeren Fruchthältern hatte ich um dieselbe Zeit eine bald grössere bald geringere Zahl der samentaschenartigen Blindschläuche von Spermatozoiden erfüllt und die Eierstöcke mit einer grossen Anzahl fast ganz reifer Eier besetzt angetroffen, woraus ich schliessen durfte, dass diese Weibchen noch einmal trächtig werden könnten. Als bemerkenswerth füge ich noch hinzu, dass ich bei allen nicht vollkommen ausgewachsenen Weibchen der Salamandra atra nicht bloss unentwickelte Ovarien sondern auch leere Receptacula seminis beobachtet habe, und dass ich bei einem nur 2¼ Zoll langen Weibchen im Stande gewesen bin, die beiden Gruppen von samentaschenartigen aber leeren Blindschläuchen zu unterscheiden.

Nachdem ich in der Kloake der weiblichen Individuen von Salamandra atra die Spermatozoiden entdeckt hatte, musste ich mir die Frage aufwerfen: auf welche Weise können die Spermatozoiden in jene Samentaschen der weiblichen schwarzen Salamander gelangen? Ich erinnerte mich, dass die Meinungen der Naturforscher über die Begattungs- und Befruchtungsweise der Urodelen sehr verschieden lauten, und dass ein wirklicher Begattungsakt den Urodelen von den meisten Naturforschern bisher abgesprochen wurde, dennoch bin ich jetzt überzeugt, dass, obgleich ich selbst bei den schwarzen Salamandern noch keinen Begattungsakt habe beobachten können, ein solcher Akt bei diesen Erdmolchen statt findet. Zuerst berufe ich mich auf die weiter unten ausführlicher erwähnten Beobachtungen *Finger's*, welcher die Tritonen sich wirklich begatten gesehen hat. Zwar fehlt den gefleckten wie den schwarzen Erdsalamandern ein Begattungsglied, welches die Tritonen besitzen, und dürfte es deshalb zweifelhaft erscheinen, ob die männlichen und weiblichen Individuen jener Molche auch wirklich die Fähigkeit besitzen, ihre Kloakenöffnungen in die zur Ueberführung des Samens nöthige, gegenseitige enge Berührung zu bringen. Achtet man aber bei den männlichen Landsalamandern auf die äussere Umgebung der Kloakenspalte, so bemerkt man hier ähnlich wie bei den männlichen Tritonen zwei seitliche die Kloakenspalte verschliessende wulstige Lippen, welche auf ihrer inneren der Kloakenhöhle zugewendeten Seite, in noch höherem Grade als bei den Tritonen, eine Organisation besitzen, die sie ganz geeignet erscheinen lässt, die weibliche Kloakenspalte zu umfassen und an dieselbe sich förm-

Digitized by Google

lich festzusaugen. Es ist die innere Seite dieser Lippen mit vielen dichten Reihen Papillen besetzt, welche in ihrem Inneren den Ausführungsgang eines Drüsenschlauchs enthalten, der an der stumpfen Spitze der Papillen ausmündet und eine klebrige farblose Masse entleeren kann. Von der grossen Zahl dieser Drüsenschläuche rührt zum Theil der aufgewulstete Zustand der Kloakenlippen der männlichen Urodelen her. Ich sah zwar an den erwähnten Papillen keine Bewegung, dennoch machten sie auf mich den Eindruck, als könnten dieselben während der höchsten Liebesaufregung sich erigiren und mit ihrer klebrigen Mündung an die Kloake des Weibchens festheften, wodurch trotz des Mangels eines Penis doch eine so innige Vereinigung der beiden Kloakenspalten zu Stande käme, dass von der männlichen Kloakenhöhle in die weibliche die Samenmasse mit Sicherheit hinübergepresst werden könnte. Diese von mir vermuthete Vereinigung der männlichen und weiblichen Kloakenspalte dürfte durch eine Art Umarmung der beiden sich begattenden Salamander-Individuen sehr erleichtert werden; eine solche Umarmung hat *Schreibers* bei Salamandra atra wirklich gesehen und mit folgenden Worten beschrieben.[1]) »Bei den Land-Salamandern endlich muss die Befruchtung um so gewisser im Innern geschehen, als sie lebend gebärend sind und doch findet auch bei ihnen keine Vermischung der Geschlechtstheile statt, weil eben so wie bei obigen (Wassersalamandern) keine äussern vorhanden sind, wohl aber ein Amplexus, der so viel ich weiss, noch von keinem Naturforscher beobachtet, wenigstens nicht bekannt gemacht wurde, und den ich namentlich beim schwarzen Salamander selbst in der Gefangenschaft sehr oft beobachtete. Das Männchen umfasst nämlich, gleich den Fröschen, das Weibchen vom Rücken mit den Vorderfüssen fest um die Brust, und das Weibchen schlägt (was bei den Fröschen nicht geschieht) seine Vorderfüsse über jene des Männchens von hinten nach vorn und so kriechen sie oder vielmehr schleppen sie sich gemeinschaftlich vom Lande, wo der Akt stets begann, ins Wasser, wo sie oft Stunden lang verblieben, theils ruhend, theils schwimmend, ohne dass weiter etwas bemerkt werden konnte, als bisweilen eine schwache Trübung der ihre Körper nächst umgebenden Wassermasse.«

Vermuthlich geht der eigentliche Begattungsakt bei den schwarzen Erdsalamandern ebenso schnell vorüber, wie bei den Tritonen, und ist derselbe deshalb von *Schreibers* übersehen worden. Dass die schwarzen Erdsalamander während der Umarmung dem Wasser nachgehen sollen, scheint mir unwahrscheinlich, und wenn *Schreibers* dieselben wirklich im Wasser bemerkt hat, so mögen sie, während sie sich in Liebe umfangen hielten, zufällig dahin gerathen sein. *Schreibers* scheint dabei an die Tritonen gedacht zu haben, von denen man behauptete, dass die Männchen ihren Samen in das Wasser ergiessen und dass derselbe alsdann von

1) S. Isis, a. a. O. pag. 532.

Digitized by Google

den Geschlechtstheilen der Weibchen mittelst des Wassers aufgesogen würde. Ich muss gestehen, dass ich mir von diesem Vorgange nie recht eine Vorstellung machen konnte, und dass es mir jetzt vollends unerklärbar erscheint, wie sich auf diese Weise die Receptacula seminis der Weibchen mit beweglichen Spermatozoiden füllen könnten, die sich vermöge ihrer Beweglichkeit jedenfalls im Wasser nach verschiedenen Richtungen hin zerstreuen, aber bald durch den Einfluss des Wassers ihre Beweglichkeit einbüssen und sich alsdann zu Boden senken müssen, dagegen wird die Füllung der Receptacula seminis mit beweglichen Spermatozoiden gewiss kaum mit Schwierigkeiten verbunden sein, wenn die Spermatozoiden in dichten Massen und direkt aus der männlichen Kloake gegen die Rückenwand der weiblichen Kloake hingepresst worden, wo die Mündungen der Samentaschen zu ihrer Aufnahme bereit sind. Es wird übrigens nicht schwer fallen, festzustellen, ob die Annäherung der Kloakenöffnungen, um den Begattungsakt zu vollenden, am Anfang oder am Ende der Umarmung eines männlichen und weiblichen schwarzen Salamanders erfolgt, da in jenen Gebirgsgegenden, wo sich Salamandra atra aufhält, diese Thiere nach einem warmen Frühjahrsregen nicht selten in so grosser Zahl sich paarweise festhaltend zum Vorschein kommen und unter possierlichem Benehmen sich über den Weg wälzen, dass sie in diesem Zustande von den Landleuten nicht unbemerkt geblieben sind, und von denselben in der Umgegend von Berchtesgaden und Partenkirchen den Spottnamen *Wegnarren* erhalten haben.

Ich darf es nicht unerwähnt lassen, dass bereits *J. J. Czermak*, der sich vielfach mit Untersuchungen des schwarzen Landsalamanders beschäftigt hat, es sich nicht anders denken konnte,[1]) als dass die Befruchtung der Eier innerhalb des Mutterleibes der lebendiggebärenden Landsalamander in Folge einer vorausgegangenen Begattung statt finden müsse, wobei, da kein Begattungsglied vorhanden sei, die männliche Kloakenöffnung sich an die weibliche anschmiege und der männliche Same unmittelbar, ohne Vermittlung von Wasser in den weiblichen Körper übergeführt werde. Derselbe Beobachter fand sich durch direkte Beobachtung auch zu dem Schlusse veranlasst:[2]) »dass jedes Salamanderweibchen jährlich wenigstens zwei Trachten zu vollenden im Stande sei, und dass die zweite Tracht in vielen Fällen ohne neuerdings erfolgte Begattung vor sich gehen könne, und dass bei Salamandra eine unvollkommene Ueberbefruchtung sich nachweisen lasse.« Durch meine an den weiblichen schwarzen Landsalamandern gemachte Entdeckung eines Receptaculum seminis tritt diese von *Czermak* als Superfoecundatio bezeichnete Erscheinung in ein helleres Licht und kann jetzt jenen in der Fort-

1) Vergl. dessen Beiträge zur Anatomie und Physiologie des schwarzen Salamanders, in den medicinischen Jahrbüchern des österreichischen Staates. Bd. 45. Wien. 1843. pag. 5.

2) Ebend. pag. 8.

Digitized by Google

pflanzungsgeschichte an niederen Thieren bekannt gewordenen Erscheinungen angereiht werden, wo, namentlich bei gewissen Arthropoden, zwischen Begattung und Befruchtnng ein oft sehr langer Zeitraum verläuft.

Was die vorhin mitgetheilte Angabe *Czermak's* betrifft, dass die schwarzen Salamander-Weibchen jährlich wenigstens zweimal trächtig sein könnten, so muss ich dies nach den Resultaten, die ich bei der in diesem Monate Juni vorgenommenen Zergliederung der aus Berchtesgaden an mich eingesendeten schwarzen Erdmolche erhalten habe, vollkommen bestätigen.

1) Es befanden sich nämlich darunter viele Weibchen mit ganz kollabirten nur sehr kleine unentwickelte Eier enthaltenden Ovarien, welche in den beiden Fruchthältern einen mehr oder weniger ausgewachsenen Fötus beherbergten, dessen Kiemen entweder bis auf drei Stummel jederseits verschrumpft waren oder in prachtvoller Entwicklung strotzten, wobei die Samentaschen der Mütter meistens ganz leer oder in grösserer oder geringerer Zahl mit beweglichen Spermatozoiden gefüllt erschienen.

2) Bei zwei Weibchen hatte nur der eine Uterus einen fast vollständig ausgetragenen Fötus mit verschrumpften Kiemen in sich, die Ovarien zeigten sich kollabirt und die Samentaschen waren in dem einen Individuum leer, in dem anderen mit beweglichen Spermatozoiden gefüllt. Aus dem leeren und zugleich schlaffen Zustande des anderen Uterus ging hervor, dass beide Weibchen kurz vorher ein Junges aus diesem Fruchthälter geboren hatten.

3) In mehreren Weibchen sah ich die Ovarien in voller Turgescenz, an dreissig bis vierzig Eier waren der völligen Reife nahe, die Fruchthälter derselben erschienen leer und fest zusammengezogen, die Samentaschen strotzten von beweglicher Samenmasse.

4) Von wenigen weiblichen Individuen mit kollabirten Ovarien und leeren Fruchthältern besassen die einen ein volles, die anderen ein leeres Receptaculum seminis.

5) Nur einmal fand ich neben kollabirten Ovarien die beiden Fruchthälter mit 50 und 60 grösseren und kleineren Eiern angefüllt, von denen das unterste der Uterus-Mündung zunächst gelegene Ei mit der Entwickelung eines Embryo bereits begonnen hatte. Der Umfang dieser beiden Eier war durch eine ansehnliche klare Eiweissschicht, welche allen übrigen Eiern fehlte, ausserordentlich vergrössert. Der Entwicklungszustand beider Eier entspricht ganz der Abbildung, welche *Ecker* von einem zwölf Stunden alten Embryo der Rana temporaria auf seiner schönen der Entwicklungsgeschichte des Frosches gewidmeten Tafel [1]) geliefert hat.

6) Bei einigen halbausgewachsenen Weibchen waren die beiden Ovarien nur in der ersten Anlage entwickelt und die deutlich vorhandenen Receptacula seminis ganz leer.

1) S. die von *A. Ecker* herausgegebenen Icones physiologicae. Taf. XXIII. Fig. 18.

Aus diesem Befunde geht offenbar hervor, dass bei den ad 1 und 2 untersuchten Salamander-Weibchen den Winter über eine zweite Trächtigkeit statt gefunden hatte. Die meisten der im Juni von mir zergliederten trächtigen und nicht trächtigen Salamander-Weibchen hatten bewegliche Spermatozoiden in ihrem Receptaculum seminis, welche sie sich wahrscheinlich nach dem Erwachen des Frühlings durch einen vor kurzem vorgenommenen Begattungsakt verschafft haben. Die ad 3 erwähnten Salamander-Weibchen hatten sich gewiss auch vor kurzem begattet und gingen einer neuen Trächtigkeit entgegen.

Nachdem ich an den Weibchen der Salamandra nigra ein Receptaculum seminis aufgefunden hatte, war ich überzeugt, dass dasselbe Organ auch bei der anderen lebendiggebärenden Erdsalamander-Species vorhanden sei. Ich verschaffte mir daher von Salamandra maculosa Mitte Mai aus der Umgegend des Schliersee im bairischen Hochgebirge und Anfangs Juni aus der fränkischen Schweiz verschiedene weibliche Individuen dieser Salamander-Art, an denen ich mich nach sorgfältiger Untersuchung auf das bestimmteste von der Anwesenheit eines Receptaculum seminis überzeugen konnte.

Man wird bei den Weibchen von Salamandra maculosa nach Aufspaltung und Auseinanderlegung der Kloake sehr sicher auf die Stelle geleitet, wo in der Rückenwandung der Kloake dicht unterhalb der Uterus-Mündungen die Samentaschen verborgen liegen, wenn man den mittleren Theil eines breiten und dreispitzigen Pigmentfleckes beachtet, welcher sich von dem Hinterende der Kloakenspalte nach vorne hinaufzieht. Schneidet man die Kloakenwandung mit dem mittleren Theile dieser schwarzen Pigmentirung heraus und betrachtet man dieselbe unter dem Mikroskope, so wird man die schwarze Pigmentmasse aus feinen vielmaschigen Pigmentverästelungen bestehen sehen, welche die Ausführungsgänge einer grossen Anzahl farbloser oder milchweissgefärbter gewundener Blindschläuche umsponnen halten. Indem ich einen sanften Druck auf ein solches Präparat ausübte, sah ich überall an der inneren Oberfläche der mittleren schwarzen Pigmentstelle der Kloakenwandung eine Menge beweglicher Spermatozoiden hervorquellen. Es waren mithin alle diese Blindschläuche ebenso viele Samentaschen, von denen die meisten bei allen fünf von mir zergliederten gelbgefleckten Salamander-Weibchen eine reichliche Menge beweglicher Spermatozoiden enthielt, deren Anwesenheit sich, bei Betrachtung der Samentaschen mit einer einfachen Lupe unter auffallendem Lichte, schon durch die milchweisse Farbe der Blindschläuche verrieth.

Um die Zahl, Form und Beschaffenheit dieser Samentaschen besser übersehen zu können, zupfte ich das Pigmentgewebe, welches die Samentaschen zum Theil verdeckte, mit Hülfe zweier Nadeln auseinander, wodurch ich viele dieser Organe isoliren und vollständig übersehen konnte. Sie stimmten bei näherer Untersuchung in ihrem ganzen Wesen vollkom-

men mit jenen Blindschläuchen überein, welche bei Salamandra atra die Receptacula seminis bildeten. Sie waren ähnlich wie diese zu einer rechten und linken Gruppe zusammengedrängt, an denen je dreissig bis vierzig Blindschläuche herausgezählt werden konnten. Die Länge eines dieser langgestreckten birnförmigen Blindschläuche betrug $4\frac{1}{3}$ Millimeter, der Ausführungsgang derselben war ohngefähr $\frac{1}{4}$ Millimeter dick, während das stärkere blinde Ende dieser Schläuche $\frac{1}{3}$ Millimeter kaum übertraf. Die Wandungen dieser Blindschläuche hatten eine beträchtliche Stärke, was davon herrührte, dass die äussere homogene Tunica propria dieser Schläuche von Innen mit ansehnlichen aber sehr zartwandigen Zellen belegt war, die sich häufig da, wo die Schläuche keine Spermatozoiden enthielten, in der Axe der Schläuche einander berührten, so dass alsdann kein Lumen in den Schläuchen zu erkennen war. In den mit Spermatozoiden gefüllten Samentaschen standen die Wandungen derselben oft so weit von einander ab, dass die Höhle der Samentaschen ein Drittel des Querdurchmessers der letzteren ausmachte. In solchen Fällen sah man gewöhnlich die wunderbaren wellenförmigen Bewegungen der Spermatozoiden sehr deutlich aus dem Innern der Samentaschen hindurchschimmern, was einen prächtigen Anblick gewährte.

Von *Rathke* wurde die Kloake des weiblichen gefleckten Salamander bisher am ausführlichsten beschrieben, wobei es den Anschein hat, als habe derselbe die von mir als Receptacula seminis gedeuteten Blindschläuche bereits gesehen. *Rathke's* Beschreibung lautet nämlich,[1]) wie folgt: »Hier (in der Kloake) erscheinen am Rücken ganz nach vorne hin die Mündungen der Eierleiter. Nicht weit hinter diesen, also auch an der Rückenseite der Kloake, befindet sich eine pechschwarze Hervorragung, welche ungefähr die Gestalt der Lilie im französischen Wappen hat, indem sie nach vorne etwas breiter als nach hinten erscheint, und da in drei abgerundete Lappen ausgeht, von denen der mittelste über die seitlichen etwas wenig hinausläuft. Untersucht man diesen über die Fläche der Kloake hervorragenden Theil näher, so wird man finden, dass er in seiner Struktur einer konglomerirten Drüse ähnlich ist, indem er nämlich aus lauter kleinen dicht an einander gedrängten Körnern zusammengesetzt ist, von denen ich bei einem ziemlich grossen Salamander mit blossen Augen glaube die einzelnen Ausführungsgänge wie am Vormagen der Vögel gesehen zu haben. Die einzelnen kleinen Drüsen, die eine gelbe Farbe haben, liegen ziemlich dicht neben einander und sind durch kurzes Zellgewebe unter sich verbunden. Um sie zu sehen, muss man die äussere Fläche der Kloake bearbeiten.« — »Bei den weiblichen Tritonen zeigt die Kloake inwendig ebenfalls eine schwarze Farbe und einen etwas faltigen Bau, aber von der Drüse der Salamander habe ich in ihr noch keine Spur entdecken können.«

1) S. dessen Abhandlung: über die Urodelen in den neuesten Schriften der naturforschenden Gesellschaft in Danzig. Band I. Heft 1. 1820. pag. 78.

Offenbar spricht hier *Rathke* von derselben Stelle der Kloake, an welcher ich die Receptacula seminis entdeckt habe, schon die Abbildung spricht dafür, welche derselbe über diesen Gegenstand aus Salamandra maculosa gegeben hat.[1]) Dennoch möchte ich behaupten, dass das, was *Rathke* als konglomerirte Drüse beschrieben hat, etwas ganz anderes ist, als die von mir beschriebenen Receptacula seminis, denn er sagt von den einzelnen Drüsen, dass sie eine gelbe Farbe haben, während die Samentaschen im leeren Zustande farblos und im mit Spermatozoiden gefüllten Zustande milchweiss erscheinen. Ferner glaubt *Rathke* die Ausführungsgänge jener Drüsen mit blossem Auge gesehen zu haben, während keine einzige der an den Urodelen von mir beschriebenen Samentaschen mit unbewaffnetem Auge zu sehen ist. Dass *Rathke* in jenen gelben Drüsen etwas anderes gesehen hat, als die erwähnten Samentaschen, dafür spricht endlich noch der Umstand, dass derselbe in den Tritonen-Weibchen, welche nach meinen später anzuführenden Beobachtungen ohne Ausnahme mit denselben Samentaschen ausgestattet sind, keine Spur jener gelben Drüsen hat entdecken können.

Auch bei dem gefleckten Salamander werden die Receptacula seminis der Weibchen gewiss nur in Folge eines vorausgegangenen Begattungsaktes sich mit Spermatozoiden füllen können; dieser Akt muss aber noch verborgener vor sich gehen, als bei dem schwarzen Erdmolch, da bis jetzt kein einziger der vielen Beobachter des gefleckten Salamanders mit Sicherheit die Begattung desselben gesehen hat. Zum Theil mag die in dieser Beziehung verbreitete vorgefasste Meinung Ursache gewesen sein, dass man eine Begattung dieses Erdmolchs gar nicht erwartete, indem man die unrichtige Annahme von der Befruchtung der Tritonen auch auf die Landsalamander übertrug. Es sollten sich nämlich die männlichen und weiblichen Individuen der Salamandra maculosa zur Zeit der Brunst ins Wasser begeben, wobei die Männchen ihren Samen in das Wasser fahren liessen und die Weibchen denselben mit ihrer Kloake zur Befruchtung der Eier aufsaugten. So sagt *Rathke* ausdrücklich,[2]) dass er die Salamander sich begatten zu sehen niemals Gelegenheit gehabt und dass er deshalb vermuthe, ihre Befruchtung erfolge wie bei den Wassersalamandern im Wasser. Allerdings gehen die gefleckten Salamander ins Wasser, aber es sind nur die Weibchen, welche zum Absetzen ihrer Brut im Frühjahre Quellen und Tümpel aufsuchen, wie dies auch schon *Rusconi* ausgesprochen hat.[3]) Es scheint, als wenn sich die gefleckten Salamander zum Vorspiele einer Begattung in ähnlicher Weise, wie die schwarzen Salamander, umarmten und herumtummelten, wenigstens deutet eine Mittheilung von *J. M. Bechstein*, und zwar die einzige, welche in dieser Art mir

1) S. a. a. O. Taf. I. fig. 4.
2) S. a. a. O. pag. 97.
3) Vergl. *Rusconi*: Histoire naturelle développement et métamorphose de la Salamandre terrestre. Pavie. 1854. pag. 4.

Digitized by Google

bekannt geworden ist, auf ein solches Liebesspiel hin, wie man aus einer Anmerkung entnehmen kann, in welcher *Bechstein* sagt: [1]) »Ich habe auch selbst diese ungefleckten Varietäten mit den gefleckten, zur Zeit der Fortpflanzung im Junius in den Pfützen und Quellen, auf runden Bergen und in Thälern zusammen herumkriechen und die tölpischen Bewegungen, wodurch sich beide Geschlechter zur Begattung zu reizen suchen, machen sehen.« *Funk* hat dieser Beschreibung *Bechstein's* eine andere Deutung untergelegt, indem er darüber in folgender Weise berichtete: [2]) »*Bechstein* in translatione operis la Cepediani adnotat, se mense Junio Salamandras terrestres in aqua invenisse, quae more Salamandrarum aquaticarum coeuntium gestierint.« Von meiner Seite muss ich gestehen, dass mich *Bechstein's* Worte vielmehr an das von mir bereits erwähnte possierliche Benehmen der begattungslustigen schwarzen Erdsalamander als an die von *Rusconi* beschriebenen [3]) zierlichen Liebkosungen der Wassersalamander erinnern.

Gravenhorst vermuthete ganz richtig, [4]) dass sich Salamandra maculosa vor dem Winter begatte, und dass die Weibchen den Winter über trächtig blieben und im Frühjahre die Jungen zur Welt brächten. Als aber *Gravenhorst* bei genauerer Untersuchung an den Männchen des gefleckten Erdsalamanders gar keine Ruthe finden, und überhaupt an diesen Thieren den Begattungsakt niemals beobachten konnte, ward derselbe schwankend und gab den Gedanken an eine Begattung wieder auf, indem wegen des Mangels einer Ruthe keine eigentliche innige Verbindung zwischen den Geschlechtern statt finden könne. [5]) Von *Rusconi* wurde ebenfalls die Vermuthung ausgesprochen, dass sich die gefleckten Erdsalamander begatten müssten, ohne dass er jedoch die Begattung derselben hatte belauschen können. Derselbe liess sich aber hierdurch nicht, wie *Gravenhorst*, irre machen, sondern hielt seine Vermuthung fest, zumal da er in Erfahrung gebracht, dass diese Erdsalamander den ganzen Sommer über kein Wasser aufsuchen, [6]) wo sie etwa nach Art der Tritonen unter Vermittlung des Wassers die Befruchtung ihrer Eier zu Stande brächten. Wie sehr sich *Rusconi* Mühe gegeben, dieses Geheimniss aufzudecken, geht aus diesen seinen eigenen Worten hervor: [7]) »car malgré toutes les peines que je me suis données pour épier mes salamandres, je n'ai jamais réussi à les surprendre dans l'acte de la génération; mais quelqu'en soit le mode,

1) S. *De la Cepede's* Naturgeschichte der Amphibien, a. d. franz. übers. und mit Anmerkungen und Zusätzen versehen von *J. M. Bechstein*. Weimar. 1800. Bd. III. pag. 211.
2) Vergl. *A. F. Funk*: de Salamandrae terrestris vita, evolutione, formatione tractatus. Berolin. 1827. pag. 4.
3) S. dessen: Amours des Salamandres aquatiques. Milan. 1821. pag. 28 – 33.
4) S. die Göttinger gelehrten Anzeigen. Jahrg. 1807. pag. 72
5) S. ebenda. Jahrg. 1808. pag. 25.
6) S. dessen: Hist. nat. d. l. Salamandre terrest. a. a. O. pag. 11.
7) S. ebenda. pag. 14.

il est certain, que ces reptiles s'accouplent dans leurs retraites obscures. Während *Gravenhorst* im Juni, Oktober, December und Februar die gefleckten Salamander trächtig gefunden hatte, war es *Rusconi* gelungen, während der Monate August, September und Oktober Junge in den Fruchthältern dieses Erdsalamanders wahrzunehmen, woraus derselbe den Schluss zog, dass die Trächtigkeit des gefleckten Salamanders ohngefähr acht Monate dauern und die Begattungszeit desselben in den Monat Juli falle.[1]) Ich muss hiergegen aus meinen zu Ende Mai und Anfang Juni angestellten Untersuchungen die Vermuthung aufstellen, dass die gefleckten Salamander wenigstens hier zu Lande bald nach dem Eintritte der Frühlingswärme, also im Mai, den Begattungsakt vornehmen, denn in den um diese Zeit von mir untersuchten Weibchen fand ich die beiden Eileiter und Fruchthälter leer, die beiden Eierstöcke von reifen Eiern strotzend und die Receptacula seminis mit beweglicher Samenmasse gefüllt. Es ist wahrscheinlich, dass diese Erdsalamander-Weibchen aus diesem Zustande sehr bald in den der Trächtigkeit übergegangen wären. Männliche gefleckte Salamander, welche ich um dieselbe Zeit zergliederte, zeigten ihre Geschlechtswerkzeuge im brünstigen Zustande, was mir als ein Beweis mehr erschien, dass die von mir in den Samentaschen der Weibchen aufgefundenen Spermatozoiden von einem kürzlich statt gefundenen Coïtus herrührten. Aus dem bisher Mitgetheilten wird es jetzt nicht mehr als etwas so Bemerkenswerthes erscheinen, wenn *Wurfbain* und *Blumenbach*[2]) gefleckte Salamander-Weibchen, welche von denselben mehrere Monate lang ganz allein aufbewahrt worden waren, lebendige Junge gebären sahen.

In Betreff der Fortpflanzung der Tritonen scheinen sich die Naturforscher noch immer mit der unrichtigen Ansicht begnügen zu wollen, dass bei diesen eierlegenden geschwänzten Batrachiern ähnlich wie bei den ungeschwänzten Batrachiern die Eier im Wasser befruchtet werden, wenigstens geht dies aus einer Auffassung *R. Leuckart's* hervor, nach welcher[3]) die sämmtlichen nackten Amphibien mit den Knochenfischen, Muscheln, Ringelwürmern und Strahlthieren zu denjenigen Thieren gerechnet werden, bei denen die Eier vor der Berührung mit den Samenfäden nach aussen gelangen. Ich habe oft Tritonenweibchen, getrennt von ihren Männchen in Wasserbehältern Eier absetzen sehen, welche nachher zur Entwicklung kamen und mithin befruchtet sein mussten, bevor sie gelegt waren. Indem ich mich dieser Beobachtung erinnerte, dachte ich gleich daran, nachdem ich bei Salamandra atra die Samentaschen gefunden hatte, dass auch die Tritonen-Weibchen dergleichen Organe besitzen

1) A. a. O. pag. 8 und 10.
2) S. *Blumenbach's* kleine Schriften zur vergleichenden Physiologie und Anatomie. 1800. pag. 135.
3) Vergl. *Leuckart's* Artikel: Zeugung in R. Wagner's Handwörterbuch der Physiologie. Bd IV. 1853. pag. 909.

müssten. Schon im vorigen Herbst nahm ich während meines Aufenthalts in Berchtesgaden die Gelegenheit wahr, mehrere weibliche Individuen des Triton igneus zu untersuchen, wobei mir in deren Kloake an derselben Stelle, wo ich bei Salamandra atra die Receptacula seminis gefunden hatte, verschiedene blinddarmartige Schläuche auffielen, die ich wegen ihrer Aehnlichkeit mit den Samentaschen der Landsalamander jedenfalls für ein Receptaculum seminis angesprochen hätte, wenn sie nicht gänzlich von Spermatozoiden leer gewesen wären. Es war hier wahrscheinlich bei dem Eierlegen im vorigen Frühjahre sämmtlicher Samenvorrath von diesen Tritonen-Weibchen zur Befruchtung der Eier aufgebraucht worden. Ich benutzte daher im Laufe des jüngst verflossenen Aprils einen Besuch zu Freiburg im Breisgau, um dort eine grosse Zahl der drei in Deutschland vorkommenden Wassersalamander-Arten, nämlich des Triton igneus, Triton cristatus und Triton taeniatus einer genaueren Revision zu unterwerfen. Da sich diese Tritonen gerade auf der Höhe ihrer Brunstzeit befanden, so ward es mir nicht schwer, mich bei diesen sämmtlichen drei Tritonen-Species von der Anwesenheit eines Receptaculum seminis zu überzeugen.

Bei den Weibchen von Triton igneus wird man, nachdem man die Kloake an ihrer vorderen Kommissur durchschnitten und auseinandergezerrt hat, sehr leicht auf diejenige Stelle hingeleitet, wo in der Kloakenwandung die Samentaschen verborgen liegen. Es ist dies nämlich ein der Kloakenspalte gegenüber unterhalb der Uterus-Mündungen (Fig. 1. b. b.) auf der Rückenwand der Kloake befindlicher schwarzer Fleck, welcher von zwei stumpfeckigen in der Mittellinie des Rückens einander sehr genäherten Vierecken gebildet wird (Fig. 1. c. c.). Schneidet man diesen Theil der Kloake mit einer Scheere heraus und betrachtet denselben unter dem Mikroskope bei mässiger Vergrösserung, so wird man die beiden schwarzen Vierecke aus feinen vielfach verästelten Netzen eines schwarzkörnigen Pigments bestehen sehen (Fig. 2. c. c.), welche zwischen ihren Maschen die Ausführungsgänge und Mündungen von gewundenen blinddarmförmigen Schläuchen vollständig verborgen halten. An der Peripherie der beiden schwarzen viereckigen Flecke ragen die Schläuche mit ihren blinden Enden mehr oder weniger hervor und können auf diese Weise deutlich übersehen werden (Fig. 2). Ich konnte auf jeder Seite eine Gruppe von ohngefähr zwölf farblosen Blindschläuchen unterscheiden, von denen die meisten mit beweglicher Samenmasse gefüllt waren (Fig. 2. b. b. b. b.), während nur wenige ganz leer schienen (Fig. 2. a. a. a.) Die sehr scharfen Umrisse der Schläuche werden von einer festen homogenen Tunica propria gebildet (Fig. 3. 4. a.), an der sich bei starker Vergrösserung eine doppelte Conturlinie erkennen lässt. Die Wandungen der Schläuche bestehen nach Innen aus grossen locker aneinander gedrängten und der Tunica propria anklebenden äusserst zartwandigen Zellen mit grossen körnchenhaltigen Kernen (Fig. 3. b. b.). In dem er-

Digitized by Google

weiterten Lumen des blinden Endes der Schläuche finden sich die Spermatozoiden gewöhnlich zusammengeballt (Fig. 3. c), deren lebhafte wellenförmige Bewegung als wundervolles Schauspiel das Auge des Beobachters im höchsten Grade fesselt.

Durch Einwirkung des Wassers, welches ich zur Anfertigung mikroskopischer Präparate dieses Gegenstandes häufig verwendete, sah ich in den Samentaschen fast immer eigenthümliche Veränderungen vorgehen, die ich auch an den Samentaschen der übrigen Urodelen wahrnehmen konnte und hier nicht mit Stillschweigen übergehen will. Die Samentaschen imbibiren nämlich gerne Wasser, wenn man sie isolirt hat; hierdurch bersten die Zellen der Wandungen in den Schläuchen, ihr Inhalt fliesst durcheinander, die Spermatozoiden erstarren, und der ganze Hohlraum, welchen die unversehrt gebliebene Tunica propria umschliesst, wird chaotisch von den starren Spermatozoiden, von den grossen Kernen der geborstenen Zellen und von der klaren Inhaltsflüssigkeit der letzteren ausgefüllt (Fig. 4), wobei an einer zufällig abgerissenen Stelle solcher Blindschläuche dieser flüssige Inhalt mit den Kernen (Fig. 4. d. d.) und Samenfäden (Fig. 4. e. e.) hervorströmt.

Die Weibchen des Triton cristatus waren, wie bei Triton igneus, an derselben Stelle der Kloake mit zwei Gruppen Samentaschen ausgestattet; auch hier war der Sitz derselben an der Rückenwand der Kloake durch zwei schwarze fast viereckige Pigmentmassen bezeichnet, nur mit dem Unterschiede, dass hier das schwarzkörnige Pigment noch viel dichtere und breitere Netze bildete, wodurch die langgestreckten und gewundenen mit beweglichen Spermatozoiden gefüllten Blindschläuche fast gänzlich verdeckt wurden und nur mit Mühe nach dem Zerreissen und Zerzupfen dieser pigmentirten Stelle der Kloake unter dem Mikroskope hier und dort vereinzelt herausgefunden werden konnten, weshalb es mir auch nicht gelang, die Zahl der Samentaschen genau zu bestimmen, von denen auf jeder Seite ohngefähr zwölf bis funfzehn vorhanden gewesen sein mochten.

In den weiblichen Individuen des Triton taeniatus fielen mir die farblosen gewundenen von beweglicher Samenmasse strotzenden Blindschläuche, welche ebenfalls in zwei Gruppen zusammengedrängt waren, viel leichter in die Augen, indem an der Rückwand der Kloake unterhalb der beiden Uterus-Einmündungen zwar auch eine schwarze Pigmentirung vorhanden war, welche aber nur aus vereinzelten schwarzkörnigen unregelmässig gestalteten Flecken bestand und die darunter liegenden Samentaschen nur wenig verdeckte. Die Zahl der letzteren schwankte zwischen acht und zehn jederseits. Ich muss hier noch hinzufügen, dass die Menge der Samentaschen bei den verschiedenen Gattungen und Arten der Urodelen sich nicht auf bestimmte Zahlen feststellen lässt, indem dieselbe bei der Gattung Salamandra zwischen zwei grösseren Zahlen und bei der Gattung Triston zwichen zwei niedrigern Zahlen schwankt.

Digitized by Google

Es kann wohl keinem Zweifel unterworfen sein, dass diese auch bei den Tritonen von mir nachgewiesenen Samentaschen sich nicht anders als durch eine Begattung mit Spermatozoiden füllen können. Es muss aber dieser Akt sehr schnell vorübergehen, sonst würde derselbe schon längst bemerkt worden sein, da gerade die Tritonen am häufigsten und sorgfältigsten während der Brunstzeit beobachtet worden sind. Das lange Liebesspiel, welches bei den Tritonen dem eigentlichen Coitus vorausgeht, ist von verschiedenen Beobachtern sehr genau beschrieben worden; immer hat man sich aber dabei begnügt, dieses Vorspiel für den einzigen und Hauptvorgang zu halten, durch welchen die Befruchtung der Tritonen-Eier zu Stande käme. *Demours* und *Spallanzani*[1]) sowohl wie *Cavolini*[2]), *Rathke*[3]) und *Rusconi*[4]), stimmen darin mit einander überein, dass der von den Tritonen-Männchen in das Wasser gelassene Same entweder die gelegten Eier im Wasser oder die ungelegten Eier nach erfolgter Resorption im Innern der Weibchen befruchte. Man hatte hierbei den Fehler begangen, das lange andauernde liebestrunkene Benehmen dieser brünstigen Tritonen nicht bis zu seinem Ende zu beobachten. Dieses letztere ist von *J. H. Finger* geschehen, durch dessen Mittheilungen[5]) wir erfahren, dass die Tritonen sich wirklich begatten. Da *Finger's* Beobachtungen nur wenig gekannt zu sein scheinen, halte ich es für angemessen, seine eigenen Worte, die sich auf die von ihm gesehene Begattung beziehen, hier anzuführen. Nachdem derselbe die männliche und weibliche Kloake der Tritonen nebst deren Penis genau beschrieben, fährt derselbe fort:[6]) »Quamvis permultos Tritones in magnis vitreis aqua repletis conservaverim atque observaverim, tamen solummodo Tritonis taeniati, qui omnium alacerrimus et salacissimus est, coitum animadverti; praeliminaria tantum in aliis quoque speciebus, quae difficilius quam ille captivitati assuefiunt. Sed non dubito, quin illae eodem modo quo Triton taeniatus coitum exerceant, quum omnes in genitalibus et vivendi atque amandi modo maxime similes appareant. Itaque Tritonis taeniati amandi et coeundi rationem propius describam. Tempore vernali, simulac tempestas serena fit, in nostra regione raro ante medium Aprilem masculus feminam requirit, quae in aquae profundis sedens assultim progreditur. Hic

1) Vergl. *Spallanzani's* Versuche über die Erzeugung der Thiere und Pflanzen. 1786. pag. 59 und 68.

2) S. dessen Abhandlung über die Erzeugung der Fische und der Krebse. 1792. pag. 72.

3) A. a. O. pag. 97.

4) S. dessen Amours des Salamandres aquatiques. 1821. pag. 30 und 33. Dieselbe Ansicht wiederholt *Rusconi* in seiner bereits erwähnten Histoire de la Salamandre terrestre. pag. 11.

5) *J. H. Finger*: de Tritonum genitalibus eorumque functione. Dissert. Marburg. 1841. pag. 26.

6) A. a. O. pag. 28.

vero eam e vestigio insequens cupidior et ferventior fit, eamque brevi circulo circumcurrit, ut capitibus ex adverso consistant; masculus caudam in latus flectit eaque motus celeriter tremulantes perficit. Saepe per longius temporis spatium amator infatigabilis amatam mox ex latere mox in fronte oppugnans insequitur. Masculus nonnunquam ita ardet, ut semen ei assultim ex aperta cloaca profluat, et aquam albido colore turbet. Cauda tremulans movetur, mox in unum latus conversa, mox huc et illuc obliquata; positio ad feminam quoque mutatur, masculus partim supra eam consistit, ut jam descriptum est, partim in ejus latere versatur. Hic lusus saepe per plures hebdomades durat, antequam femina masculum admittit, deinde autem in unum latus flexa, ad dimidium in aqua sese erigit, et cloacam recludit. Masculus hoc momentum expectans ex respondente latere accurrit, femineamque cloacam pudendorum labiis cingit, quo facto extremitatibus posterioribus sese invicem amplectentes, leviterque caudam moventes, per breve temporis spatium corpore semierecto cohaerent, leni strepitu facto celeriter diffugiunt et sese occultant. Femina per vices masculum admittit et fugit. Hic lusus tam diu continuatus, quam ovula deponuntur.«

Es hängt das Uebersehen des Begattungsaktes gewiss damit zusammen, dass dieser Akt nicht bloss sehr schnell vorübergeht, sondern dass derselbe nach der Annahme von *Spallanzani*, welchem die meisten späteren Beobachter gefolgt sind, gar nicht erwartet wurde. Wie befangen man überhaupt bei der Untersuchung und Feststellung der Fortpflanzungsweise der Urodelen zu Werke ging, das lehren verschiedene Aussprüche, zu denen sich mancher Erforscher der Naturgeschichte der Urodelen in seiner vorgefassten Meinung hat verleiten lassen. Ich habe es schon oben erwähnt, dass *Gravenhorst* von dem lebendiggebärenden gefleckten Salamander anfangs glaubte, es begatte sich dieser Batrachier, dass er aber diesen Glauben wieder gänzlich fallen liess, nachdem er sich von der Abwesenheit eines Begattungsorganes bei den männlichen Individuen dieses Molchs überzeugt hatte, und doch lag der Gedanke nahe, dass auch ohne Vorhandensein eines Penis eine Vereinigung beider Geschlechter möglich sei, wie dies die Vögel beweisen. Im Widerspruch mit *Gravenhorst* befindet sich *Rathke*, der in den männlichen Tritonen zuerst ein Begattungsglied aufgefunden hat und denselben dennoch die Fähigkeit, sich zu begatten, abspricht.[1]) *Rusconi* verharrte auf der einen Seite, obgleich er niemals bei dem gefleckten Erd-Salamander eine Begattung zu beobachten Gelegenheit hatte, fest darauf, dass sich dieser Erdmolch begatten müsse, während er auf der anderen Seite von einer Begattung der Wassersalamander nichts wissen will.

Dass der von den Tritonen-Männchen in das Wasser gelassene Same nicht zur Befruchtung der Eier dienen könne, dagegen führt *Finger* ver-

1) A. o. O. pag. 84.

schiedene triftige Gründe in folgender Weise an:[1]) »In cervo, in urogallo coeundi tempore similes positiones, imo seminis ejaculatio spontanea animadvertitur, nec quisquam amplius urogallum semen ex arbore demittere gallinamque id colligere putabit, ut in omnibus antiquis scriptis legitur. Quomodo semen (Tritonis) ad ovula perveniret? quum cloaca feminea omnino subtus spectet, illud vero quippe aqua ponderosius certe transiret et ima peteret. Propter cloacae structuram resorptionem spontaneam statuere nequimus. Constat, cercarias, quae principium foecundationis habendae sunt, interire, simulac in aquam perveniunt.« Letzteren Einwand kann ich insofern bestätigen, da ich die wunderbaren Bewegungen der Urodelen-Spermatozoiden bei Berührung mit vielem Wasser alsbald habe aufhören sehen.

Ich habe meine in Freiburg angefangenen Untersuchungen hier in München an den Tritonen fortgesetzt, und im Monate Mai, während die drei erwähnten Triton-Species noch mit Eierlegen beschäftigt waren, die Samentaschen mehr oder weniger mit lebhaft beweglichen Spermatozoiden angefüllt gesehen. An den jetzt in Mitte Juni untersuchten Tritonen-Weibchen, bei denen das Eierlegen bereits aufgehört hat, fand ich nicht bloss die Eierleiter von Eiern sondern auch die Receptacula seminis fast ganz von Spermatozoiden leer. Die einzelnen Samentaschen zeigten sich jetzt in einem eingeschrumpften Zustande und enthielten nur hier und dort einen kleinen Rest matt beweglicher Spermatozoiden, ein Beweis, dass diese Tritonen-Weibchen ihren Samenvorrath bei dem Eierlegen nach und nach zur Befruchtung der Eier aufgebraucht hatten.

Ob noch bei anderen Wirbelthier-Weibchen ein Receptaculum seminis vorhanden ist, darüber liessen sich mancherlei Vermuthungen aussprechen. Ich selbst bin vor der Hand verhindert, die dahin einschlägigen Forschungen, so sehr sie mich auch anziehen, fortzusetzen und will es daher anderen überlassen, auch diese Untersuchungen, wie so manches andere von mir angeregte Thema, zu verfolgen und zu erweitern.

München, den 16. Juni 1858.

1) A. a. O. pag. 27.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Die Kloake von Triton igneus an der vorderen Kommissur aufgeschnitten, in natürlicher Grösse. *a. a.* Die beiden Eierleiter. *b. b.* Die Einmündungen derselbe innerhalb der Kloake. *c. c.* Zwei schwarze Pigmentflecke, unter denen das Receptaculum seminis verborgen liegt, *d. d.* die durchschnittene und auseinandergezerrte vordere Kommissur der Kloake.

Fig. 2. Die beiden schwarzen Pigmentflecke aus der Rückenwand der Kloake von Triton igneus, unter welchen die Samentaschen versteckt liegen. *a. a. a.* Leere Samentaschen, *b. b. b. b.* mit beweglichen Samenfäden gefüllte Samentaschen, *c. c.* die beiden schwarzen Pigmentflecke, welche die Hälse und Mündungen der Samentaschen verdecken. Alles ist stark vergrössert.

Fig. 3. Eine sehr stark vergrösserte Samentasche von Triton igneus. *a. a.* Die Tunica propria, *b. b.* ihr innerer Beleg von zarten Zellen, *c.* ein Ballen durcheinander wirbelnder Spermatozoiden in der Höhle der Samentasche.

Fig. 4. Eine sehr stark vergrösserte Samentasche, ebendaher, durch eingesogenes Wasser verändert. Der Inhalt ist durcheinander und zum Theil ausgeflossen. *a. a.* Die Tunica propria, *d. d.* die nach dem Bersten und Auflösen der zarten Beleg-Zellen übrig bleibenden und Körner enthaltenden Kerne, *e. e.* erstarrte Samenfäden.

Fernere Beiträge zur Anatomie und Physiologie von Oxyuris ornata.

(s. dies. Zeitschrift. VIII. Bd. 2. Hft. 1856.)

Von

Dr. Georg Walter.

Mit Taf. XIX.

VI. Von den Geschlechtsorganen.

A. Die weiblichen Geschlechtsorgane.

Wie bei vielen andern Nematoden bestehen auch die weiblichen Geschlechtsorgane der Oxyuris ornata aus zwei in vielfachen Windungen in die Leibeshöhle durchziehenden, theils mehr theils weniger erweiterten blind endigenden Schläuchen, welche ungefähr in der Mitte des Körpers sich vereinigen und nach Bildung einer stark muskulösen Vagina in ein von einem Coriumwulste umgebenen Querspalte ausmünden.

Wenn auch *Reichert* (Beiträge zu der Entwicklungsgeschichte etc. Müller's Archiv 1847) die von *v. Siebold* als Ovarium, Tuba, Uterus und Vagina den einzelnen Abtheilungen dieser Doppelröhre beigelegten Beziehungen für unzulässig hält, da sie ohne Berücksichtigung des Inhaltes und der Beschaffenheit dieser Röhren gemacht seien, so glaube ich sie doch noch vielfach bei Nematoden angestellten Untersuchungen als sowohl in ihrer anatomischen Struktur wie physiologischen Bedeutung begründet beibehalten zu dürfen. — Sämmtliche Abschnitte der Geschlechtsröhre werden von einer strukturlosen Membran bekleidet, welche nach Innen zu von einem je nach dem Abschnitte verschieden gestalteten Epithel belegt erscheint und an einzelnen Stellen von theils schwächeren theils stärkeren Muskelparthien umlagert ist. Beginnen wir am äussersten blinden Ende, so betrachten wir zuerst

das Ovarium (Fig. 29 *A*).

Es zerfällt in 2 physiologisch zu scheidende Abtheilungen, den Keimstock (*a*) das geschlossene äusserste Ende der Geschlechtsröhre, an wel-

Digitized by Google

chem die Bildung der Keimbläschen von Statten geht, und der Dotterstock (*b*) die Bildungsstätte der Dottermoleküle. Eine genaue Scheidung derselben ist jedoch nicht möglich, da beide gleiche Struktur besitzen und einzelne Dottermoleküle beinahe bis zum äussersten Ende der Geschlechtsröhre verfolgt werden können:

Der Keimstock (Fig. 29 *B*).

Wie erwähnt bezeichne ich hiermit das äusserste blinde Ende der doppelten Geschlechtsröhre. Er ist verhältnissmässig kurz, sein Ende kolbig erweitert.

In dieser kolbigen Anschwellung zeigen sich am äussersten Ende, umlagert von einer feinkörnigen Masse, ein bis mehrere scharf begrenzte Zellenkerne mit deutlichem Kernkörper. Sie liegen zwischen den hier aus einander tretenden doppelten Kontouren der Wandung des Organes, welches auf diese Weise an seinem äussersten Ende als solid betrachtet werden muss. Ich habe dessen Zellenkerne, welche von denen den Inhalt des Keimstocks bildenden an Grösse und äusserer Form deutlich zu unterscheiden sind, hier sowohl wie am äussersten Ende des Hodens des Männchens bei sorgfältiger Beobachtung jedesmal wieder gefunden und stimme daher mit *Köllikers* vielfach bestrittener Ansicht überein, dass die Geschlechtsröhre durch fortwährende neue Zellenbildung und Verschmelzen der einzelnen Zellenmembrane wachse. Später werden wir noch einmal auf diesen Punkt zurückkommen.

Wie schon erwähnt, besteht der Keimstock aus einer strukturlosen Membran und einer höchst feinen schwer erkennbaren Epithelialschicht. Das Erkennen der Letztern ist um so schwieriger, da der Keimstock meist mit Keimbläschen und andern Inhaltsformen überfüllt ist. Bei zufälliger Zerreissung der Membran und dadurch bedingten Austreten des Inhaltes kann man jedoch die feinen kontourirten polyedrischen Epithelialzellen mit ihren Kernen besonders nach Anwendung von verdünnter Chromsäure deutlich bis zum äussersten Zipfel des Keimstockschlauches verfolgen (fig. 29 *B* 2). Als Inhalt des Keimstocks, dem wir später eine genauere Beachtung widmen werden, nenn ich hier

1) die Keimbläschen (s. fig. 29 *B* 3), sehr zarte blasse Kerne mit deutlichem verhältnissmässig grossem Kernkörper. Die Kleimbläschen werden meist schon mit einem membranlosen Eiweisshofe umgeben beobachtet.

2) Eiweisskugeln (s. fig. 29 *B* 4). Membranlose, bläuliche, mattglänzende, der Sarkode am Meisten zu vergleichende Tropfen, wahrscheinlich Sekret der Epithelialmembran des Keimstocks, welche vielfach zwischen den Keimbläschen gefunden werden.

3) Vereinzelt auftretende scharf kontourirte Dottermoleküle (s. fig. 29 *B* 5). Alle diese Formen sind am deutlichsten nach Anwendung von verdünnter Chromsäure erkennbar. Auch durch verdünnte Jodtinktur treten dieselben deutlicher hervor. In Wasser quellen sie leicht auf und zer-

gehen während der Beobachtung. In den Wandungen der Geschlechtsröhre sind sie wohl zu erkennen, werden aber erst deutlich unterschieden, wenn die zerrissene Membran des Keimstocks seinem Inhalt freien Austritt gewährt. Aber auch bei dieser Gelegenheit muss man die einzelnen Formen schnell zu erkennen suchen, da die sehr zarten Elemente bald zergehen, und undeutlich werden.

Der Keimstock geht ohne merkliche Strukturveränderung über in den an Weite allmälig wachsenden

Eierstock (Fig. 29 *A b*; *C*).

Auch er wird im Inneren von deutlich durch Chromsäure erkennbaren polyedrischen Zellen mit kleinen Zellenkernen ausgekleidet (fig. 29 *C* 1).

Der Eierstock ist gleichzeitig die Hauptbildungsstätte des Dotters, welcher sich zuerst in feinen Molekülen lose auf die die Keimbläschen umgebenden Eiweisskugel niederschlägt.

Während die kleinsten Eier im Anfang des Dotterstockes anfangs in verschiedener Richtung gegeneinandergelagert sind, so dass mehrere Eier die Querachse des Eierstocks ausfüllen, lagern sie sich allmälig wie bei den meisten Nematoden in eine einfache Längsreihe, so dass die Längsachse jedes Eies in den Querdurchmesser des Eierstocks fällt, wodurch die Eier eine mehr cylindrische Form erhalten.

Gegen das Ende des Eierstocks beginnen sich Muskelablagerungen auf der Membran desselben zu zeigen, die in den folgenden kürzern Abtheilungen, dem

Eileiter (Fig. 29 *D*)

sich deutlicher ausbilden. Auch hier zeigt sich auf der untern Fläche der Umhüllungsmembran eine Epithelialhaut (fig. 29 *D* 1), deren Zellen aber eine längliche Form annehmen, mit deutlicheren Kernen. Bis zum letzten Ende des Eierstocks waren die Eier noch von keinem Chorion umgeben, sondern die Dotterelemente nur lose um das Keimbläschen in der Eiweissschichte eingebettet. Im Eileiter dagegen sowie im Anfangstheile des gleich zu beschreibenden Uterus findet man an den Eiern ein allmälig schärfer begrenztes von seinem Dotterinhalt etwas abstehendes Chorion. Daher halte ich diesen Theil der Eiröhre für die Bildungsstätte des Chorion. Der Eileiter ist von starken Muskeln umgeben, welche in schiefer Richtung nach den Wandungen des Uterus hin verlaufen. Auch wird die Eingangsstelle des Uterus von Ringsmuskeln umschnürt (s. fig. 29 *D* 2).

Der Uterus (Fig. 29 *D* und *E*)

nimmt plötzlich eine je nach der Anzahl der von ihm umschlossenen Eier verschiedene Weite an, um allmälig wieder sich auf ein kleines Lumen zusammenzuziehen. Durch hinter einander gelagerte vereinzelt liegende Eier wird er oft perlschnurartig erweitert. Durch mehrere dicht gedrängt liegende Eier dehnt er sich manchmal zu enormen Umfange aus. Epithelialschichte und Tunica propria bilden auch die einzigen Umhüllungen des Uterus (s. fig. 29 *E* 1). Die Epithelialzellen des Uterus sind äussert zart,

Digitized by Google

und unterscheiden sich hierdurch sowohl, wie durch ihre kleinen durch Anwendung von Chromsäure öfter eckig werdenden Kerne deutlich von den später zu erwähnenden im Uterus befindlichen Samenelemente des männlichen Thieres.

Die Tunica propria des Uterus ist ebenso wie die der früher beschriebenen Theile, deren unmittelbare Fortsetzung sie bildet, vollkommen strukturlos, erscheint hier aber bedeutend kontrakil, so dass sie nach grösserer Ausdehnung sich wieder auf ein enges Lumen zusammenziehen kann. Die Ausdehnung der Membran wird aber mechanisch dadurch erleichtert, dass sich dieselbe in Falten gegen das Innere der Uterushöhle hin zusammenschlägt (fig. 29 *D* 3 *E* 2), wodurch dasselbe leicht irrthümlich als mit kuglichen Elementen angefüllt erscheint. Ein solcher Irrthum verschwindet aber, wenn man, ein Ei während seines Verlaufes durch den Uterus verfolgend, sieht, wie bei allmäligem Fortschreiten des Eies die vor ihnen gelegenen Falten sich ausbreiten, und die scheinbaren Kugelumrisse verschwinden, um gleich hinter dem Eie wieder faltig zusammenzuschlagen.

Die in dem Uterus auftretenden Veränderungen des Eies, die Theilung seines Inhalts und die allmälige Embryone-Entwicklung stimmt so vollkommen mit den bekannten Ergebnissen der Untersuchung *Baggis* bei Strongylus auricularis überein, dass eine nähere Beschreibung und eine Wiederholung bekannte Thatsachen wäre.

Indem die beiden Uterusschläuche nach der Mitte des Leibes von oben und unten her zusammenstrebend sich vereinigen, bilden sie den gemeinschaftlichen Uterus, diese sowohl wie die letzten Theile der beiden getrennten Uterusschläuche, werden von starken Ringsmuskeln umlagert (s. fig. 29 *E* 3), welche an dem Uebergang zur Vagina und in dieser selbst noch von Längsmuskeln (*E* 4) verstärkt werden. Diese entspringen zwischen Tunica propria und Ringsmuskeln auf letzterer und gehen rings um die äussere Geschlechtsöffnung in das Corium über. Die Geschlechtsöffnung selbst, die Vulva ist von einem starken Ringsmuskel so wie von radiär verlaufenden Muskelparthieen (*E* 5) umgeben, von welchem der Erste als Constrictor, der Zweite als Dilatalor vulvae bezeichnet werden könnte. Die Vulva bildet eine schmale Spalte, die sich nur beim Coitus und beim Austreiben eines Embryo, welches letztere ich mehre Male beobachtete, kreisförmig erweitert.

Die Embryone, welche im gemeinschaftlichen Uterus, nach vielfach lebhaften Bewegungen innerhalb der Eihüllen diese endlich durchbrechen, und in mannichfaltigen Wendungen gleichsameinen Ausweg suchend an der Uteruswandung sowohl wie zwischen den Eiern umherkriechen, werden auf diese Weise zuletzt aus dem mütterlichen Körper entlassen.

Diese in der letzten Zeit häufiger beobachtete Thatsache wiederlegt eine von mir früher ausgesprochene Vermuthung (s. Zeitschr. f. w. Zool.

Digitized by Google

Bd. VIII. p. 167) und die Oxyuris ornata stimmt in dieser Hinsicht daher mit der Ascaris acuminata vollkommen überein.

Genaue Messungen der einzelnen Abtheilungen der weiblichen Geschlechtsorgane ergeben:

Breite des Keimstocks am blinden Ende	0,012—0,0125mm.
Einschnürung des Eierstocks am Uebergang zum Eileiter	0,018mm.
Breite der Eileiter	0,015—0,016mm.
Querdurchmesser der Vagina	0,058mm.
Querdurchmesser an der Vulva	0,024mm.

B. Die männlichen Geschlechtsorgane.
(Fig. 31).

Wir haben hier die inneren die Samenelemente bereitenden Keimorgane, d. i. den Hoden und die Samenblase und deren Ausführungsgang das Vas deferens, sowie die äussern speziell der Begattung dienende Theile, d. i. die beiden Spicula; ihre gemeinschaftliche Chitinscheide und die die Begattung bewirkenden Muskelgruppen, sowie die Haftorgane der Epidermis zu betrachten. In histologischer Beziehung stimmen die innern Organe, die aber nur eine einfache Röhre bilden, vollkommen mit den Geschlechtsorganen des weiblichen Thieres überein. Auch hier finden wir in dem äussersten Ende eine nach Innen mit einem feinen Epithel überkleidete strukturlose Membran, die eigentliche Keimstelle der Samenelemente, welche nach (fig. 31 *B*) kurzem Verlaufe sich erweiternd und mit schon mehr ausgebildeten Samenzellen angefüllt, als Hoden bezeichnet werden kann.

Ein hierauffolgender je nach seiner Anhäufung mit Samenelementen an einzelnen Stellen mehr oder weniger ausgedehnter Abschnitt, zeichnet sich durch seine muskulösen Elemente aus und würde als Vas deferens (fig. 31 *A* 1) bezeichnet werden können. Sein Ende wird von einem starken Ringsmuskel umgürtet, durch welchen dasselbe (fig. *A* 2), meist geschlossen erscheint. Oeffnet sich dasselbe, so werden gleichzeitig die beiden Spicula (*A* 3), welche durch starke Muskeln an dasselbe angeheftet sind, an das Ende zur Fortleitung der Samenelemente herangezogen.

Als hauptcharakteristisches äusseres Merkmal des Männchens erscheinen die beiden Spicula, zwei häutige Leitungsapparate, welche sich in einer an der Spitze durchbohrten Chitinscheide vereinigen.

Die Geschlechtsöffnung des Männchens liegt unmittelbar vor der Afteröffnung und ist von einer geringen Coriumwolle umgeben (*A* 5). Auf ihr ragt, wie schon früher erwähnt, die gelbliche Spiculascheide etwas hervor. An den äussern Geschlechtstheilen sowohl, wie an den innern erscheinen der Begattung verschiedenartig dienende Muskelgruppen und zwar

1) an jedem Spiculum ein Muskel (fig. 31 *A a a*), durch welche dieselben in die Oeffnung des Vas deferens hineingezogen werden.

2) Zwei Muskelparthieen (fig. 31 *A c*), welche an der Innenfläche des Corium entspringend und an die Chitinscheide sich anheftend diese nach Aussen leiten.

3) Zwei Muskeln (fig. 31 *A e f*), wahrscheinlich, entspringt der eine vom Ende des Vas deferens, der andere von der innern Coriumfläche: Beide inseriren sich an der Spicula und ziehen diese nach Innen, Unterstützt werden diese Muskeln in ihrer Wirkung durch

4) viele die Bauchfläche des Thieres halbcirkelförmig umgebende Muskelgruppen (fig. 31 *A d*), durch welche der untere Theil des Leibes eingeschnürt und der Penis hervorgeschoben wird.

Die schon früher erwähnten häutigen Gebilde (fig. 31 *A g*), welche in vierfachen Längsreihen alterniren an der Bauchfläche des Männchens und besonders stark entwickelt um die Geschlechtsöffnung sich vorfinden und wahrscheinlich bei der Begattung als Haftorgane dienen, bestehen aus drei quergestreiften Plättchen, welche senkrecht in die Haut eingeheftet sind. Das Mittlere zeigt im Innern einen Kanal, welcher als Ausführungsgang kleiner unter der Haut gelegene Drüschen dient.

Grössere einzellige Drüsen finden sich im Innern des Thieres angeheftet an das Ende der Spiculascheide (s. fig. 31 A *h*). Dieselben scheinen analog deren, bei den Männchen der Acanthocephalen beobachteten am Ductus ejaculatorius ausmündenden Drüsencomplexe. Auch wurden ähnliche Gebilde in der letzten Zeit von *Eduard Claparède* und *Guido Wagener* bei Ascaris sowohl wie bei andern Nematoden gesehen.

Genauere Messungen der Geschlechtsorgane bei männlichen Individuen ergeben:

1) Breite des Hodenschlauchs in der Mitte 0,015
2) Länge desselben in der Mitte 0,285
3) Breite mehr gegen sein oberes Ende 0,012
4) Breite des Keimorgans am blinden Ende 0,015
5) Breite der Spiculascheide an ihrer Spitze 0,009—0,012
6) Länge der einzelnen Spicula 0,105
7) Länge der Spiculascheide 0,165
8) Ihre Breite am untern Ende 0,024
9) Ihre Breite an der Verengung stellen die beiden Spicula 0,015

Entwicklung der innern Geschlechtsorgane bei jungen Thieren.

(Fig. 30 und Fig. 32).

Küchenmeister (Parasiten Leipzig 1855 p. 344) glaubt in der Leibeshöhle von Ascaris lumbricoides frei vorkommende kugelförmige Zellen als erste Bildungsformen des Genitalschlauches betrachten zu dürfen, was ich aber bezweifeln möchte. Es sind Gregarinen, deren sich wenig-

stens in Oxyuris ornata viele frei in der Leibeshöhle liegend vorfinden, und die auch bei mir Anfangs dieselbe Vermuthung hervorriefen.

Die erste Bildungsform der weiblichen Geschlechtsorgane (s. fig. 30) zeigt sich als ein birnförmig an der spätern Genitalöffnung gelegener Körper, welcher in seinem Inneren dicht von Embryonalzellen angefüllt ist. Allmälig wachsen die Ecken seines breiten, der Geschlechtsöffnung entgegengesetzten Randes aus und erreichen manchmal schon eine ziemliche Länge, ehe im Innern des primären Körpers durch Resorption der mittlern Zellen die Bildung eines Kanales beginnt. So wachsen auf der einen Seite die beiden Geschlechtsröhren an ihrer Spitze durch fortwährende Zellenbildung immer weiter aus, während ihr Inneres durch Resorption der älteren Zellen gelichtet wird. Auf diese Weise ward es nur möglich ein von *Kölliker* über die Bildung der Geschlechtsorgane der Ascarides ausgesprochne, in neuerer Zeit vielfach bestrittene Vermuthung zu bestätigen und zu vervollständigen. Ueber die Bildung der die Geschlechtsorgane des Weibchens umgebenden Muskelmassen blieb ich im Unklaren. Die strukturlose Tunica propria entsteht als Ausscheidung der Epithelzellen.

Aehnlich verhält sich die Bildung des Genitalschlauches der männlichen Individuen (s. fig. 32).

Auch hier findet man, ausgehend von der spätern Genitalöffnung einen je nach dem Alter des Individiums verschieden langen an der Bauchfläche des Thieres nach Vornen laufenden Schlauch (fig. 32 *a*) angefüllt mit feinen Zellenelementen, welche aber weniger deutlich sind, als beim weiblichen Thiere. Schon früh verschwinden an dem der Genitalöffnung zunächst gelegnen Theile die Zellenkontouren, verdrängt von feinen Granulationen, während man am blinden Ende dieselben nie vermisst. Gelingt es durch Wasseraufsaugung die Membran des Schlauchs zu sprengen, so findet man an den austretenden Zellenelementen Formen, welche für Vermehrung durch von Kernen ausgehende Theilung freier Kernzellen sprechen.

Ausser diesem Schlauche, unter welchen sich Keimstock und Hoden entwickeln, findet man noch zwei andre Schläuche (fig. 32 *b* u. *c*), deren Struktur die meiste Aehnlichkeit mit den früher beschriebenen Sarkodeschläuchen darbietet (s. Zeitsch. f. wiss. Zool. Bd. VIII. Taf. V. fig. 7 und 8), aus welchen sich die Längsmuskeln des erwachsenen Thieres entwickeln. Ich halte daher diese Schläuche für Bildungsformen, der die Geschlechtsorgane umlagernde Muskelgruppen.

Einiges über Ei- und Samenbildung.

Das blinde Ende des Hodens sowohl wie der beiden Ovarien zeigen, wie schon erwähnt, keinerlei histologische Verschiedenheit. In beiden finden wir eine strukturlose Membran, ausgekleidet von einer äusserst feinen fast nur durch Anwendung der schärfsten Linsensysteme, mässige Ver-

Digitized by Google

dunklung des Lichts und mittelst chemischer Reagentien erkennbarer Epithelialzellenschichte, als deren Ausscheidung erstere wieder zu betrachten ist.

So bilden sie die einfachste Form einer röhrenförmigen Drüse mit histologisch übereinstimmender Struktur und sohöchst differenten Sekreten.

Reichert, welcher die gekernten Epithelialzellen im Zipfel des Ovariums der Nematoden bereits erkannte, vermuthete, dass dieselben durch fortwährende Brutzellenbildung das Material für die Entwicklung der Eier liefern (s. Müller's Archiv 1857). Diese Ansicht *Reichert's* wurde in der neuern Zeit vielfach bestritten. Man glaubte an eine freie Bildung des Keimbläschens, dessen Bildung von Einigen sogar die Bildung des Keimstocks als das Hauptsächlichste vorangeschickt wurde, wodurch sie vielleicht unbewusst der längst todt geglaubten Generatio Spontanea neue Lebenskräfte gaben. Aber wie in der pathologischen Anatomie die Lehre von der freien Entwicklung des Kernes, von welchen aus die Bildung der einfachen Kernzellen ausgeht, und welcher daher als der Zelle Hauptbestandtheil zu betrachten sein möchte, in immer engre Schranken gewiesen wird, und wie sich dort immer mehr und mehr die Wahrheit geltend macht, dass alle Zellenumbildung theils durch endogene Zellenbildung, theils durch Theilung freier Kernzellen (vom Kern aus) von Statten geht, so wird auch nach meiner festen Ueberzeugung bei grosser Ausbildung unsrer optischen Instrumente und weitern Kenntniss der zur Deutlichmachung der feinsten Zellenkontouren nöthigen Reagentien die Lehre von einer spontanen Bildung des Keimbläschens resp. Keimflecks immer mehr Gegner finden. Meine Untersuchungen scheinen mir wenigstens *Reichert's* oben erwähnte Vermuthung zu bestätigen. Die Keimbläschen sind eine Bildung der die Tunica propria des Ovariums auskleidenden Epithelialzellen, vielleicht aus einem Theilungsprozesse hervorgegangener frei gewordener Zellenkerne, welche entweder als Keimbläschen den ersten Anstoss zur Bildung des Eies geben oder wieder zu fernern Wachsthum des Genitalschlauches benutzt werden.

Auf diese Weise erkläre ich die in fig. 29 *A B* genau nach der Natur gezeichneten Formen. Hier zeigt das blinde äusserste Ende von feinen Molekülen umlagert, theils freie theils in der Theilung begriffene Kerne, während an der von ihrem Inhalt befreiten Stelle (fig. 29 *B* 2) die feinen ältern Epithelialzellen zum Vorschein kommen.

In seinem weitern Fortschreiten umgiebt sich das Keimbläschen nämlich mit einer zähen Eiweissschichte, um welche sich die Dottermoleküle dichter gruppiren und durch welche dieselben gebunden zu sein scheinen.

Dass dieselben hier noch von keiner Membran umgeben sind, erkennt man deutlich beim Austreten der Eier aus dem Eierstock, an dem losen Zusammenhange der Dotterelemente mit der Eiweissschichte und dem Keimbläschen. Die Eiweissmasse fliesst auch öfters in Sarkode ähnlichen Tropfen aus der zerrissenen Eierstocksröhre heraus. Die Bildung der

Dottermembran, welche wie erwähnt, in dem Eileiter beendet ist, erfolgt nach und nach durch Verdichtung der innern die Dottermoleküle bindenden Substanz an ihrer äussersten Oberfläche. Denn indem vielleicht durch Molekulerattraction des Keimbläschens die Dottermoleküle immer dichter sich um dieses lagern, wird die dasselbe umgebende Eiweissschichte nach der Oberfläche gedrängt, verbindet die einzelnen Dottermoleküle als zähe Zwischensubstanz und erhärtet nach Aussen hin zur Membran.

Bei allen Weibchen, bei welchen ich in der Entwicklung begriffene Eier fand, zeigten sich auch im Uterus bis zum Eileiter hin Samenkörperchen.

Dieselben sind leicht zu erkennen, indem sie vollständig mit denen im Vas deferens des Männchens vorkommenden übereinstimmen. Nur nach längerem Aufenthalte im Uterus scheinen sie durch Verlust ihres Inhaltes einzuschrumpfen.

Nur einmal fand ich bei einem von Eiern leeren Weibchen Samenkörperchen. Sie waren aber nur bis zum gemeinschaftlichen Uterus vorgedrungen. Das Thier schien kurz vorher begattet worden zu sein.

Einen Unterschied des Chorions von befruchteten und unbefruchteten Eiern konnte ich nicht wahrnehmen, wie überhaupt die Eier von Oxyuris ornata nur von einfachen Chorion umgeben sind. Erst nachdem der Embryo in seinem Aufbau so weit vollendet ist, dass die embryonalen Zellen undeutlich werden, und das Thier schon in der Längsachse zu wachsen beginnt, kann man eine feine Ablagerung auf der Oberfläche des Thieres, als Ausscheidung seiner primären Zellen, erkennen und für das spätere Corium halten. Die Entwicklung der Samenelemente bietet dieselben Erscheinungen dar wie die des Keimbläschens. Der Kern der spätern Samenzelle ist das primäre, entstanden durch freie Kerntheilung der Epithelialzellen im äussersten Ende des Hodens (fig. 31 *C* 1). Um ihn lagert sich eine Eiweissschichte ab, deren äusserste Grenze sich bald als Membran differenzirt (*C* 2). Allmälig scheint uns, indem die Zelle wächst, aus dem Zelleninhalt sich eine körnige Masse rings um den Kern niederzuschlagen, welche nach und nach fig. 31 (3—8) die bekannte, einigen Nematoden eigenthümliche radiäre Zeichnung annimmt.

Eine weitere Entwicklung der Samenelemente habe ich weder in den männlichen noch weiblichen Geschlechtsorganen vorgefunden, wohl aber Formen einer regressiven Metamorphose, welche ich gleich näher bezeichnen werde.

Ueber das Eindringen der Samenkörperchen durch das Chorion des Eies in das Innere desselben habe ich vielfach bestätigende Beobachtungen gemacht. Deutlich konnte ich ein Eindringen des Samenkörperckens durch die Eiweissschicht verfolgen. Eine Mikropyle besitzen die Eier nicht. Da aber dies Chorion nur durch allmäliges Erhärten der äussersten Eiweissschichte sich erst spät als wirkliche Membran vom Eiinhalte abhebt, so ist es leicht anzunehmen, dass die Samenkörperchen die Anfangs

Digitized by Google

zähflüssig, membranlose Eiweissschicht durchdringend zum Dotter gelangen. Eine Bewegung der Samenkörper konnte ich nicht erkennen, und glaube ich daher diese Erscheinung auf eine noch unerklärliche Moleküleattruction des Keimbläschens auf die Samenkörperchen zurückführen zu müssen.

In den meisten Eiern fand ich 1—2 selten 3 Samenkörperchen, mehr konnte ich nicht beobachten (fig. 33).

Am Dotter angelangt, scheint die Membran des Samenkörperchens zu platzen (s. fig. 33 *a*) und ihres Inhalts verlustig zu werden. Auf diese Weise verliert das Samenkörperchen seine rundliche Form, wird eckig, gleichsam eingeschrumpft. Die den Kern umgebende Granulationen verschwinden, und der Kern bildet zuletzt eine scharf kontourirt eckige Figur (s. fig. 33 *b* fg. 31 9—10). Solchermassen veränderte Samenkörperchen konnte ich nur in den schon in ihrer Entwicklung weit vorgeschrittenen Eiern vorfinden. Es scheint aber zur vollen Verwerthung der Samenelemente zum Zweck der Befruchtung ein Eindringen durch die Eihüllen bis zum Dotter nicht unumgänglich nöthig zu sein, da ich eines Theils manche befruchtete Eier sah, die in ihrem Innern keine Samenkörperchen oder deren Rudimente bargen, andern Theils letztere sich auch ausserhalb des Eies im Uterus dicht um dieselben gelagert sich vorfinden. Andere Beobachtungen bestätigen mir vollkommen die Richtigkeit der Angabe *Nelsons*, in Bezug auf seine »false eggs« und deren Entstehen durch fettige Degeneration (s. fig. 34). Während man solche Formen bei befruchteten Individuen wenige findet, treten sie bei unbefruchteten Individuen häufig auf. Meine Zeichnung habe ich einem befruchteten Weibchen entnommen, dessen Eier sich in den verschiedensten Entwicklungsstufen darstellten.

Euskirchen bei Bonn den 15. Mai 1858.

Erklärung der Abbildungen.

Taf. XIX.

Fig. 29. Weibliche Geschlechtsorgane.

A. Ende des weiblichen Keimstocks.

a) Eigentlicher Keimstock.

b) Uebergang in den Eierstock.

B. Ende des Keimstocks.

1) Solides Ende desselben, mit durchscheinenden Kernen.

2) Epithelialschichte.

3) Keimbläschen theils in der Theilung begriffen 3 *a*, theils schon mit einem Eiweisshofe umgeben 3 *b*.

4) Eiweisskugeln.
5) Dottermoleküle.

C. Ein Theil des Eierstocks durch Zerreissen eines Theils der Dottermoleküle beraubt.

1) Durchscheinende Epithelzellen.

D. Eileiter und Anfang des Uterus.

1) Epithelzellen des Eileiters mit seinen Muskeln.
2) Ringsmuskeln an dem Orificium uteri.
3) Falten der Membran des Uterus.

E. Uebergang der beiden Uterusröhren in ihren gemeinschaftlichen Theil, Vagina und Vulva.

1) Epithelzellen des Uterus.
2) Falten der Membran des Uterus.
3) Ringsmuskeln, 4 Längsmuskeln der Vagina.
4) Radiäre Muskeln der Vulva.
5) Im Uterus befindliche Samenkörperchen.
6) In den verschiedensten Entwicklungsstufen befindliche Eier.

Fig. 30.

In der Entwicklung begriffene Geschlechtsorgane eines jüngern Individuums.

Fig. 31. Männliche Geschlechtsorgane.

A. Vas deferens, Spicula und ihre Anhänge.

1) Vas deferens von Samenkörperchen angefüllt und mit Ringsmuskeln umgeben.
2) Ringsmuskeln am Ende des Vas deferens.
3) Die beiden Spicula in
4) der Chitinscheide sich vereinigend.
5) Männliche Geschlechtsöffnung.

a) Muskeln der Spicula. *c)* Vorwärtszieher der Scheide. *d)* Ringsmuskeln der untern Bauchfläche. *e)* und *f)* Zurückzieher der Scheide. *g)* Die warzigen Haftorgane. *h)* Drüsencomplex an der Basis der Chitinscheide. *i)* Nervenmasse der Schwanzganglien.

B. Aeusserstes Ende des Hodens, oder Keimstelle der Samenkörperchen.

C. Samenkörperchen.

1—8 in progressiver, 9—12 in regressiver Metamorphose.

Fig. 32.

Entwicklung der männlichen Geschlechtsorgane.

a. Hodenschlauch. *b* und *c.* Muskelschlauch. *d.* Darmkanal. *e.* Schwanzganglien. *f* und *g.* After und Geschlechtsöffnung. *h.* Sarkodeschlauch, später Längsmuskel.

Fig. 33.

In die Eiweissschicht eingedrungene Spermatozoiden.

a) Ein Samenkörperchen, dessen Membran zerrissen, und welches seinen Inhalt in den Dotter ergiesst.

b) Verschrumpftes Samenkörperchen.

Fig. 34.

Ein nach *Nelson* in der fettigen Degeneration begriffenes Ei.

Ueber Perlenbildung.

Von

Dr. H. A. Pagenstecher in Heidelberg.

Mit Taf. XX.

Es ist im Laufe der letzten Jahre eine Reihe von Untersuchungen über Entstehung der Perlen, namentlich von *de Filippi*, *Küchenmeister*, *v. Hessling* und *Möbius* veröffentlicht worden. Ein Theil dieser Arbeiten giebt uns ein in hohem Grade anziehendes Resumé unsrer bisherigen Kenntniss der Perlen im Allgemeinen und insbesondere der Mittel, welche zu künstlicher Erzeugung von Perlen bisher angewandt wurden. Alle besprechen die von *de Filippi* angeregte interessante Frage, wie weit Parasiten die Veranlassung zur Perlenbildung geben und als solche vielleicht künstlich benutzt werden können. Ich glaubte, den Umstand, dass hierorts die Untersuchung echter Flussperlmuscheln möglich war, nicht unbenutzt lassen zu dürfen und veröffentliche hiermit das, was aus dem Ergebniss meiner Untersuchungen zur Beurtheilung der schwebenden Controversen wichtig genug erscheint. Das Material, welches ich zu meinen Arbeiten verwenden konnte, war gering und kann nicht im Entferntesten dem an die Seite gestellt werden, dessen Durchsicht *von Hessling's* vortrefflichen Mittheilungen zu Grunde liegt, ein Nachtheil, dessen ich mich bei Veröffentlichung dieser Zeilen dringend bewusst wurde.

In einer Entfernung von ein bis zwei deutschen Meilen von Heidelberg fliesst durch das Schönauer Thal ein Bach dem linken Neckarufer zu, welches er nach einem Laufe von einigen Wegstunden bei Neckarsteinach erreicht. Er zieht meist durch Wiesen und hat klares, weiches Wasser; seine Tiefe ist selten über ein bis zwei Fuss. In ihn liess Kurfürst *Carl Theodor* im vorigen Jahrhundert aus dem Salzburgischen herübergeholte Perlmuscheln einsetzen und zwar an einer Stelle oberhalb der Schönauer Papiermühle in den Mühlgraben, an welcher sie sich auch heute noch vor-

Digitized by Google

finden. Die Fischerei war früher Dominium und war die der Perlen noch in den vierziger Jahren für jährlich zehn Gulden an den Verein für Naturkunde in Mannheim verpachtet. Dieselbe rentirte sich aber schlecht, da die Perlen selten, barock und meist gefärbt waren. Mit der allgemeinen Ablösung der Fischereigerechtigkeit ist die Perlenfischerei streitig geworden und machte der schwebende Prozess für den Augenblick es unmöglich, von dort, der Originalstelle aus, Material zu Untersuchungen zu erhalten. Es scheint die Stelle, an welcher sich früher die Einrichtung zur Aufbewahrung von Muscheln mit unreifen Perlen befand, künstlichen Sandgrund zu haben, während sonst der Boden mehr steinig ist. Auf dem Grunde wachsen mässig viele Wasserpflanzen und auch auf den Schalen der Muscheln selbst gedeihen Algen. Schatten hat der Bach nicht und er war um diese Zeit, Juni, sehr warm. Etwa 1000 Stück Muscheln mochten auf einer Strecke von 100—200 Schritt beisammen liegen, dann wurden sie sparsam, sind aber im ganzen Bache zerstreut. Indem die jüngern, leichter beweglichen Muscheln aufwärts zu wandern, gewinnen sie das Terrain wieder, welches durch das allmälige Herabtreiben der ältern, schwerfälligen, besonders bei geschwollnem Wasser, verloren geht, und die ganze Colonie behält im Wesentlichen ihren Platz bei. Das Herabtreiben der Muscheln wurde Veranlassung zur Gründung der Perlfischerei in Neckarsteinach, eine Stunde unterhalb Schönau. Der Landrath *Welcker* aus Hirschhorn machte, als dort Ende der zwanziger Jahre die Muscheln bemerkt wurden, dem Landesherrn, dem Grossherzoge von Hessen, den Vorschlag, die Fischerei selbst betreiben zu lassen, und gründete, als dies abgelehnt wurde, eine kleine Privatgesellschaft zu diesem Zwecke. Man fand 1828 eine Zahl von 558 Muscheln, von denen 88 mit Perlansätzen, 1833 schon 651, unter welchen 98 mit Ansätzen. Der Gesammterlös betrug 1833 bei der ersten Fischerei nur 5 fl. 25 kr., wovon 2 fl. 45 kr. auf die beste Perle kamen. 1837 und 1851 sah man wieder nach. In letzterm Jahre betrug die Zahl 867, unter denen 117 mit Ansätzen, ausserdem eine geringe Anzahl junger Muscheln. Herr Physikatsarzt *Locherer* hatte die eingeschlafne Sache wieder in Gang gebracht. Man löste 17 fl. 35 kr. und würde einen bessern Preis gemacht haben, wenn die Perlen nicht ausschliesslich an die Mitglieder der Gesellschaft versteigert worden wären. Es deckte also natürlich hier sowohl als in Schönau der Erlös den Betrieb keineswegs und die Perlfischerei wurde mehr als Vergnügungssache behandelt. So ungünstig aber auch der Umstand für die Vermehrung der Muscheln ist, dass in Neckarsteinach das Terrain der Muscheln auch nach oben zu abgesperrt und sehr kurz ist, haben sie doch dort an Zahl langsam zugenommen und erhalten eine hübsche Grösse, ein Beweis, dass der Bach ihnen zusagt. Natürlich würde den Fischereiinhabern es sehr erfreulich sein, wenn zur Hebung dieser Sache etwas geschehen könnte, und ich erhielt die Erlaubniss, circa 30 Stück für meine Untersuchungen verwenden zu dürfen, welche ich speziell auf die schwe-

Digitized by Google

benden Fragen richtete. Sie lehrten mich Folgendes: Zunächst zeichnet sich, abgesehn von den bekannten systematischen Kennzeichen, die Flussperlmuschel von der in den angeführten Arbeiten mehrfach angezognen Teichmuschel durch die weit bedeutendere Entwicklung der Schale aus, welche aus dem rasch wechselnden Wasser, selbst wenn dies wenig Kalk enthält, doch mit Leichtigkeit beschafft werden kann und es ihrerseits dem Thiere möglich macht, eben gegen diesen stärkern Strom den Platz zu behaupten. Hingegen finden wir keineswegs die gewaltige Entwicklung des Flimmerepitheliums, welche fast jedes Stückchen der Anodontenoberfläche unter dem Mikroskope zu einer noch lange fortlebenden, bewegten Masse macht. Der Reichthum der Säfte an Kalk, der die Perlbildung ermöglicht, zeigt sich schon in normaler Ablagerung in den Kiemenlappen, welche diese unter dem Wasser knirschen macht.

Die Schale besteht bekanntlich aus der schwarzbraunen Chitinschicht, der Säulenschicht und der Perlmutterschicht. Alle sind stärker als bei Anodonta, besonders die Perlmutterschicht, während die Säulenschicht sich durch grössere Regelmässigkeit der Säulen auszeichnet. Der Mantel, besonders der Rand, liegt fester an der Schale an als bei Anodonta. Es ist bekannt, wie die Schalenschichten von hinter einander vorrückenden Theilen des wachsenden Mantels gebildet und über einander geschichtet werden. Die Chitinschicht adhärirt dem äussersten sie bildenden Mantelrande ziemlich fest, zieht sich dieser bei Contraktionen des Thieres zurück und streckt sich wechselnd wieder aus, so faltet sich die frisch secernirte Lamelle derselben hin und her übereinander, so eine verschiedne Dicke erreichend und im allmäligen Vorrücken doch zuweilen selbst über die ersten Anfänge der Säulenschicht zurückgreifend. Gleiches trifft die Säulenschicht, das Sekret des breiten Mantelrandes mit Ausnahme der Kante. Seine Säulen haben eine durch das Vorrücken während des Wachsens bedingte leicht schiefe Richtung zur Schalenaussenfläche, ihre Länge ist etwas wechselnd und sie greifen zuweilen wieder zurück in die Anfänge der Perlmutterschicht. Es sind dies Beweise periodischer Schwankungen oder momentaner Störungen in dem Wachsthum des Thieres. Die ganze übrige äussere Mantelfläche sammt deren Fortsetzungen auf dem Rücken des Thieres sondert die Perlmutterschicht in regelmässiger Fortdauer während des ganzen Lebens ab und ersetzt innen das reichlich, was die ältern Theile der Schale etwa durch äussere Einflüsse, durch eigentlichen Verschleiss an Mächtigkeit aussen verlieren. Unter diesen aufgelagerten Schichten ebnen sich durch Störungen, welche die noch nachgiebige Chitinschicht trafen, hervorgerufne Unebenheiten, welche von den ersten Kalkschichten noch nachgebildet wurden, allmälig und geben nur selten, losgebröckelt und rings mit Perlmuttersubstanz umhüllt, Anlass zu Perlen, welche dann zwischen Mantel und Schale liegen und oft letztrer noch mit einem Stielchen anhaften. Verschiedenheiten aber, welche in dem Maasse der absondernden Thätigkeit einzelner Manteltheile gegen die benachbar-

ten krankhafterweise eintreten, müssen je nach dem Leisten oder Rinnen auf der innern Schalenfläche produciren, deren Richtung der Wachsthumsrichtung des Theils entspricht. Die Schwankungen endlich in der gesammten produktiven Thätigkeit bedingen die dem Schalenrande parallel laufenden Absätze. Besondre Verhältnisse nun für die Schalenabsonderung finden dort statt, wo die Schliessmuskeln angesetzt sind und wo die Schlosszähne liegen. Da der Mantel die Muskeln durch einen Schlitz hindurchlässt, indem er sich übrigens ihrer Peripherie genau anlegt, kann dort, wo die Muskeln an die Schale sich anlegen, keine Substanzzunahme der Perlmutterschicht erfolgen und bliebe diese Stelle länger die gleiche, so würde daselbst eine bedeutende Vertiefung oder eigentlich um sie her eine bedeutende Erhöhung, Verdickung der Schale entstehen. Aber im Wachsthum des Thieres verrücken sich diese Stellen und statt der Grube haben wir als Marke des Muskelansatzes einen immer breiter werdenden etwas vertieften Streifen. Namentlich findet dies für den hintern Schliessmuskel Anwendung, da dieser im Wachsthum weit mehr verschoben wird. Die Richtung dieses Streifens geht hier fast gerade nach hinten, wenig nach unten und durch die Sekretion der nachfolgenden Mantelstellen wird der Streifen allmälig mehr verwischt. Der vordere Schliessmuskel verrückt seinen Platz, da der vordere Theil am Wachsthum sich viel weniger betheiligt, nicht viel und ziemlich gleichmässig nach vorn und unten. Er verschiebt sich gewissermaassen nur so viel, als es das Wachsthum der Schlosszähne nöthig macht, welche auch seine Furche verdecken. In den Schlosszähnen selbst liegt der Mittelpunkt der Ausdehnung, sie stehen fest, wie ja in der That eine Verrückung ohne Resorption nicht zu denken wäre, aber sie wachsen in die Höhe und Breite und jeder Punkt ihrer Peripherie hat seine bestimmte Wachsthumsrichtung. Da es nicht unmöglich erscheint, dass die Rauhigkeiten, welche an den besagten Stellen leichter entstehn, als an irgend einem andern Theile der innern Schalenwand, bei der Perlenbildung in Betracht kommen, so wollen wir diesem Gegenstand noch eine kurze Aufmerksamkeit schenken. Da die Muskeln aus einer Anzahl paralleler deutlich gesonderter Bündel bestehen, so bildet ihre Peripherie eine fein ausgerandete Linie. Das Verrücken des Muskels, bei welchem wohl die anlöthende Kraft der Mantelsekretion eine wesentliche Rolle spielen muss, geschieht also auch mit einer Wellenlinie, der Art, dass einige Punkte länger mit secernirender Manteloberfläche in Berührung sind. Solche Punkte müssen gegen die benachbarten erhaben werden, sie verlängern sich in der Zeit zu feinen erhabnen Linien. In der That begegnen wir häufig einem solchen System von Längslinien in der Richtung der Muskelrinne, welche aber rasch verdeckt werden. Sie werden natürlich in der Mitte des Muskelfeldes am kräftigsten, an den Rändern nur schwach ausfallen und ihre Entwicklung individuell sehr verschieden sein. Durch das periodisch raschere Voranschreiten des Muskels entsteht auch im Muskelfelde ein System von Querwellenlinien, ent-

Digitized by Google

sprechend denen der Schale, welche dem Rande parallel laufen. Oft finden wir aber gröbere Leisten im Muskelansatze, grösseren Trennungen der Muskelsubstanz entsprechend, und da der vordere Muskel regelmässig, der hintere häufig in zwei Abtheilungen zerfällt, so haben wir für die Lücke zwischen diesen stets einen deutlichen Kamm. Wir finden, dass die hier möglichen Unregelmässigkeiten der Schalenbildung manchmal einen hohen Grad erreichen und sehr gegen die anderweitig selten vermisste Glätte der innern Schalenfläche abstechen. Leisten und Zacken finden sich neben Grübchen und an der Gränze zwischen Zahn und vorderm Muskelansatz sieht die Fläche oft siebartig aus. Freilich muss dort eine besonders starke Absonderung stattfinden und dieselbe um so leichter ungleich vertheilt werden, als eine Ortsveränderung der absondernden Partien und dadurch eine Ausgleichung der Verschiedenheiten nur höchst langsam statthat. Eine Begründung des porösen Zustandes durch Resorption anzunehmen, ist wohl nicht zulässig.

Ehe wir sehen, ob wir diese Thatsachen bei Erklärung der Perlenbildung verwerthen können, wollen wir noch prüfen, wie es sich mit den Parasiten der Flussperlmuschel verhält. Wir haben in den hiesigen Sümpfen und im Neckar in den Anodonten die Wassermilben sehr gemein gefunden. Es begeben sich nur die trächtigen Weibchen in die Muscheln, um dort für ihre Eier und Jungen Quartier zu suchen. Ohne Zweifel werden sie nur einmal trächtig und werden meistens ihre Leiber nach beendetem Geburtsgeschäft in der Muschel zurückbleiben, wo sie dann unzählige Male vorgefunden werden. Die Jungen entwickeln sich während des Winters sehr langsam und sichern das Fortbestehn der Familie zur Zeit, wo vielleicht draussen der gesammte Bestand zu Grunde geht. Wenigstens giebt es Zeiten, in denen man neben unzähligen in die Muschel eingebetteten Eiern und jungen Thieren nie in der Muschel ein reifes Weibchen vorfindet. Im Sommer mag die Entwicklung rascher gehn. Es scheint, dass die verschiednen Anodontenarten entsprechend verschiedne Hydrachnenspezies beherbergen, welche namentlich in der Grösse wesentlich differiren. Da diese Thierchen auch in der See vorkommen, wo ich sie in La Spezia als die Todfeinde der schön scharlach- und violettrothen Cyklopen des Salzwassers erkannte, so wäre es sehr plausibel gewesen, in ihnen eine Bedingung zur Perlenbildung zu finden. Aber es ging mir, wie *von Hessling*. Ich fand nicht Eine Hydrachne, nicht ein einziges Nest einer solchen in einer Unio sive Margaritana margaritifera, und auf der andern Seite in den Anodonten niemals einen solchen Rest verkalkt, oder als Perlkern.

Die Helminthen aus der Abtheilung der Trematoden, welche man hier in Anodonten findet, habe ich an einem andern Orte beschrieben und auf den Unterschied aufmerksam gemacht, welcher auch hier zwischen so nahe stehenden Arten, wie Anodonta cygnea und anatina zu bestehen scheint. Es ist höchst unwahrscheinlich, dass eine einzige Larvenform,

Digitized by Google

welche in einer Anodonta sich zu entwickeln vermag, dies auch in einer Unio kann. Aber ich habe schon früher für den weniger anspruchsvollen Zustand des Cystenlebens eine grössere Licenz nachgewiesen und es wäre wohl zu erwarten, dass irgend ein Distoma echinatum oder ein verwandtes seinen Larvenzustand in einer Unio durchmachte, oder auch der Tetracotyle, der den Namen *πολύτροπος* verdienen würde, sich daselbst vorfände. Von vorn herein kann man auch wohl erwarten, dass Unio margaritifera ihre eignen Parasiten, vielleicht gar eigne Trematodenlarven habe. Aber ich wenigstens habe nie etwas der Art in den Thieren gefunden, weder die Haufen von Larvenbrut noch einzelne encystirte, obwohl ich im Durchsuchen der Mollusken nach solchen Insassen reichliche Uebung hatte. Ueberhaupt aber fand sich von Helminthen nur ein kleiner unreifer Rundwurm, ungewiss ob in oder an dem Körper einer der Muscheln. Aber von dergleichen Thieren, von denen man nicht weiss, ob sie Anguillaceen oder Nematoden zu heissen verdienen, wimmelt das Süss- und Salzwasser gleichmässig, sie sind die Begleiter des Schlammes und man ist kaum berechtigt, ein solches Thier als Parasiten zu betrachten, selbst wo man es in oder an einem andern Thiere findet.

Gehen wir nun nach solchen Erfahrungen über Schalenbildung und über das Vorkommen von Parasiten an die Untersuchung der vorgefundnen Perlen über, so ergiebt sich Folgendes:

Wir betrachten als Perle jedes vom Thier gebildete Conkrement, welches durch die Auflagerung koncentrischer Schichten entstand, mag es in der Farbe zwischen der schönen milden Perlfarbe und dem dunkeln Schwarz jede beliebige Stelle einnehmen oder auch in der Form eine schöne Rundung oder eine unregelmässige Gestalt zeigen. Auf die der Schale aufsitzenden Halbperlen kommt hier weniger an, ihre Entstehung ist ziemlich klar. Unregelmässigkeiten in der Chitinschicht oder ihr aufliegende Körper, höckrig hervorragend, werden von den weitern Schichten überzogen und erhalten das glänzende Ansehn. So giebt zu derartigen Produkten nicht selten der Schnitt Anlass, welchen die Fischer bei der Untersuchung der Muscheln als eine Marke derer, welche unreife Perlen besitzen, quer über die Schale führen und welcher am Rande schärfer durchgreift. Bekanntlich geben die eingelegten fremden Körper zwischen Mantel und Schale leicht Anlass zu künstlichen Halbperlen. Solche Bildungen waren in den untersuchten Muscheln sehr sparsam und ebenso die Perlen im Mantelrande. Diese letztern allein erreichen eine bedeutendere Grösse, verbunden mit guter Gestalt; eine, ausser etwa als Perlsamen, verkäufliche Perle möchte wohl selten an einem andern Orte innerhalb des Parenchyms gefunden werden. Und selbst die des Mantelrandes sind, je mehr nach hinten sie liegen, von um so weniger heller Färbung, ganz gut nur die aus dem mittlern und vordern Theil. Von dort erhielt ich in der That eine ganz brauchbare, zartröthlich gefärbte Perle von über Hanfkorngrösse. Auffallen muss hingegen die ausserordentliche Zahl, in welcher

Digitized by Google

sich am Rücken des Thieres Conkretionen vorfinden. Es wurden deren in sieben beliebig gewählten Muscheln über 130 gezählt. Diese Perlen haben, wenn sie nur wenige Millimeter Grösse erreichen, fast stets eine unregelmässige Gestalt, sind aber überhaupt selten von einiger Grösse, während sie in der Farbe grosse Verschiedenheiten bis zum reinsten Glanze zeigen. Sie liegen zu dreien und mehreren in den Muskeln nahe der Schale, in einer kleinen Reihe am Leberrande, in den Umgebungen des Herzens und des Darmes, in ganzen Nestern und am häufigsten an dem innern Rande der Schliessmuskeln, besonders des hintern. Sie haben ihren Sitz stets dicht unter der Oberfläche, sind oft leicht verschiebbar, zuweilen fester von den umgebenden Weichtheilen umhüllt. Nie fand ich Conkremente in dem Fusse oder den Kiemen, öfter solche kleine Körner einzeln oder auch in Nestern im Mantelrande. Bei solchen, die am Rücken des Thiers frei gefunden wurden, war es entweder denkbar, dass sie schon früher selbständig oder dass sie beim Oeffnen der Muschel, den feinen Ueberzug durchbrechend, aus dem Körper ausgetreten seien. Es wurden nun Perlen von allerlei Form, Farbe und Grösse der genauern Untersuchung unterworfen. Schliffe wurden stets mit der Rücksicht gemacht, den wirklichen Ausgangspunkt der Bildung, den innersten Kern bloszulegen. Man kann die Conkretionen in ein Stückchen Wachs halb eingedrückt anschleifen, hat man erst beidseitige parallele Flächen hergestellt, so geht das Dünnschleifen am besten mit dem Finger. Die Schliffe zeigen nun, dass allerdings manchmal die Perle, wie *Möbius* sagt, eine umgekehrte Schale ist, dass ein Kern von Chitinsubstanz von einem Säulensystem, dieses von Perlmutterschichten umlagert ist. Aber es giebt auch kleinere Conkretionen, die nur Chitinsubstanz, grössere, die nur Säulenschichten oder nur Perlmutter enthalten, daneben viele, in welchen diese Schichten in verschiedner Reihenfolge und wiederholt abwechseln, seien es alle drei, oder nur zwei. Die gelbbraune, im Grossen schwärzliche Chitinschicht erscheint fast nie neben der Perlmutterschicht, ohne von zweien oder einer, wenn auch geringen, Säulenschicht begleitet zu sein. Es kommt vor, dass starke Chitinkapseln noch einen bedeutenden Kalkkern einschliessen. Oft werden in Berührung gebrachte Conkretionen durch nachfolgende Ablagerung verschiedner Art unter einander verschmolzen und ein ähnliches Bild liefert der Fall, wo in die koncentrischen Schichten eines Conkrements ein unabhängiger rein krystallinischer Kern eingesprengt liegt. Nicht selten haben zwei verschmolzne Conkremente eine verschiedene frühere Entwicklungsgeschichte. In der Regel gleicht sich mit der Zeit die Unregelmässigkeit der Form, die nächste Folge solcher Verschmelzung, wieder aus durch die Auflagerung ebnender neuer Schichten, aber sonderbare Bilder entstehen da, wo solche Spalten und Zwischenräume grade durch die Säulensubstanz ausgefüllt werden. Es giebt auch Fälle genug, in denen der Uebergang von einer Schicht zu einer anders gearteten nicht gleichmässig stattfindet, sondern wo auf der

Digitized by Google

einen Seite eine Schicht schwächer abgelagert wird und eher einer neuen Platz macht, als auf der andern, oder wo, wie wir es in der Schale sahen, eine Schicht in die andre hineingreift.

Werden die Conkremente mit Essigsäure, der ich etwas Salzsäure zumischte, behandelt, so löst sich natürlich der Kalk und die Kohlensäure entweicht. Die Perlmutter- und Säulensubstanz hinterlassen feine geschichtete strukturlose Membranen, welche das Eindringen der Säuren in die tiefern Schichten der Perlen sehr verlangsamen und häufig eine blass violette Färbung annehmen. Die Chitinsubstanz aber wird Tage lang durch diese Säurenmischung nicht angegriffen und schützt auch die in ihr etwa enthaltnen Kerne vollständig. Ritzt man sie mit der Nadel, so lösen sich solche Kerne, sie selbst wird durch Schwefelsäure sofort zerreiblich und löst sich dann auf. Weder in den Schliffen noch in den mit Säure extrahirten Perlen fand sich je eine Spur von Hydrachnen, obwohl auf die letztere Weise behandelter wenigstens 200 durchgesehn wurden. Milbenüberbleibsel zu übersehen, wäre nicht möglich gewesen. Ebenso fehlte ein über allen Zweifel erhabner Nachweis von Trematodenresten durch Auffindung von festen Bestandtheilen solcher Thiere, d. i. der Stacheln des Mundes, Halskragens, oder der ganzen Oberfläche. Ich gewann sowohl in Schliffen als auf die zweite Weise einige Präparate, deren Kerne mit Hülfe der Phantasie wohl als verchitinisirte und verkalkte Trematoden angesehn werden können, aber die Bilder, welche bei der koncentrischen Lagerung der Schichten entstehen müssen, können sehr leicht Cysten und Saugnäpfe nachahmen, und mehr als Aehnlichkeit mit solchen Gebilden ist nicht da. Häufig schloss die Messung die aus der Form zu bildende Hypothese aus. Am meisten wiesen einige Bilder auf den besagten Tetracotyle hin.

Auf der andern Seite hingegen waren die Kerne vieler Perlen deutlich aus der Muschel eigenthümlicher Substanz allein gebildet, oder doch, wo sie dunkel und nicht bestimmt zu deuten waren, bald zu gross, bald viel zu klein, um irgend wie für verkalkte Trematoden angesehn werden zu können. Trematodeneier lagen nie in diesen Kernen.

Bedenken wir nun, dass wir hier in Anodonten zahlreiche Parasiten verschiedner Art finden, ohne dass Perlen in ihrem Körper entstehn, und dass wir im Durchschnitt eine grosse Zahl von Perlconkrementen jeder Art, bis hinauf zur werthvollen Perle, in den Unionen finden, während man vergebens nach Parasiten in diesen Thieren sucht, so können wir der Parasitentheorie für die Entstehung der Perlen die gewünschte Ausdehnung nicht zugestehn. Es scheint mir dagegen Folgendes aus dem Beobachteten gefolgert werden zu können.

Es fehlt in der Flussperlmuschel nicht an perlartigen Conkrementen, welche geeignet wären, Kerne zu guten Perlen abzugeben, und es ist nicht nöthig, im Allgemeinen neue Ursachen zur Bildung solcher Kerne einzuführen. Solche Conkretionen können um ein Schleimklümpchen den Gall-

Digitized by Google

gesteinen ähnlich oder auch ohne einen präformirten Kern in dem Körper der Muschel entstehn, oder sie können um einen eingedrungnen Kern gebildet werden. In der Regel rührt dieser eingedrungne Kern von frühern Absonderungen der Muschel, den verschiednen Schalenschichten, her. Am leichtesten bröckeln kleine Partikelchen am Rücken des Thieres, in den Muskelfeldern und an den Schlosszähnen ab und betten sich in den Körper ein, ebenso können bei Contraktionen des Thiers nach starker vorhergehender Ausdehnung oder durch äussere Gewalt Splitterchen der äussern Schalenschicht in den Mantelrand eindringen, vielleicht auch in den absondernden Zellen selbst Anhäufungen entstehen. Nur unter der Manteloberfläche findet die Absonderung von umhüllenden Schichten statt, entsprechend der Thätigkeit dieser Oberfläche nach Aussen und wahrscheinlich in gleicher lokaler Vertheilung für die verschiedne Statur der abgesonderten Substanzen. Während aber der Schale gegenüber der Mantel verrückt und so die Schichtenfolge bedingt wird, muss im Mantel die Perle verrückt worden sein, wenn ihre Schichten sich als verschiedenartig erweisen. Das grossmaschige Parenchym, die lakunenartigen Gefässe erleichtern solche Streifen, die allem Anschein nach nur zwischen Peripherie und Dorsaltheil des Mantels stattfinden, und die dünne centrale Partie jeder Mantelhälfte unberührt lassen. Die Analogie der Schalenbildung spricht durchaus für die Ansicht, auch von *Möbius* ausgesprochen, dass die Absonderung der betreffenden Stoffe an die bestimmten Oertlichkeiten gebunden sei. Der Bau der Perle ist dann ihr Wanderbuch. Hat die Perle eine gewisse Grösse erreicht, so wird ihre Wanderschaft beschwerlich und sie wird dann entweder an einer Stelle der Muschel verharren, wo sie, wie im gewöhnlichen Zustande leichter Oeffnung der Schalen im Mantelrande, wenig hinderlich und deshalb nicht leicht verschoben wird, oder sie wird die über ihr liegende Decke atrophiren machen und ausfallen. Das Ausfallen ist natürlich das endliche Loos der Perle, es können aber solche ausgefallne Perlen zwischen Mantel und Schale bleiben und dort wieder angelöthet und allmälig begraben werden. Ein gutes Beispiel hierzu liegt vor mir. Die Perle ist in eine Grube der Schale aufgenommen und an den Seiten mit einem Walle eingeengt worden, vom Rücken her aber mit der Schale verschmolzen und selbst mit weniger glänzender Schicht verdeckt. Die nach dem Schalenrande zu liegende Stelle ist mit etwas brauner Schalensubstanz bedeckt, während eine zwischenliegende Stelle noch den alten Glanz hat. Es wäre dies frei eine recht schöne Perle gewesen, und ich kann mir den Prozess auf keine Weise als ein beginnendes Lösen aus der Schale, die daselbst äusserlich nicht beschädigt war, sondern nur als das Gegentheil denken. Eine andre Perle ist in dieser Art vollständig verdeckt und ihr entspricht ein plötzlich ansteigender, sachte abfallender Wulst in der Richtung des Wachsthums. Bei dem ruhigen Verharren an einer nicht beengten Stelle, welche nach der Art der Muscheln sehr verschieden sein kann, wird eine gleichmässige

Digitized by Google

und regelmässige Substanzzunahme stattfinden und die geeignetste Stelle scheint für unsre Flussperlmuschel der muskulöse Mantelrand zu sein, während am Rücken des Thiers mancherlei Nachtheile einwirken, wie Leichtigkeit der Verschmelzung mit andern Conkretionen, Druck durch Schlosszähne, Muskeln und die Leisten. Besser rund sind schon die Perlen am vordern Leberrande. Wem eine grössere Anzahl Perlen von einiger Grösse zu Gebote steht, deren Stelle im Thier er kannte, oder wer sie gar im lebenden Thier nach einiger Zeit wieder aufsuchen kann, der wird am ersten sicher entscheiden können, welcher Art die an den einzelnen Theilen abgesonderten Substanzen sind. Bei kleinern Conkretionen fehlt alle Sicherheit, wie lange sie an dem betreffenden Orte sind.

Können wir nun einen praktischen Vorschlag aus dem Vorstehenden ziehen, so wäre es der, in den Mantelrand selbst fremde Körper einzulegen, da wir das Hineingelangen der in der Muschel bereits enthaltnen Conkremente nicht befördern können. Am geeignetsten möchte es scheinen, mit Nadel und Faden kleine Glasperlen einzuziehn und dieselben ohne den Faden zurückzulassen. Der Mantelrand ist bei Unionen von einiger Grösse dick genug, um den Technizismus nicht zu schwer zu machen, und eine solche Operation würden die Muscheln wohl ertragen. In Aquarien können die Versuche nicht gemacht werden, weil die Unionen des fliessenden Wassers bedürfen, während man Anodonten länger lebend erhalten kann. Ich hoffe, dass es mir möglich sein wird, Versuche dieser Art anzustellen.

Heidelberg, 12. Juli 1858.

Dr. H. A. Pagenstecher.

Digitized by Google

Erklärung der Abbildungen.

Figur 1—6 bei 100facher, Figur 7 und 8 bei 50facher Vergrösserung.

Fig. 1. Perle mit reinem Perlmutterkern und umgebender Chitin-, Perlmutter- und Säulenschicht.

Fig. 2. Perle, deren Substanzen in der Reihenfolge der Schale folgen; der grösste Theil des Chitinkerns ist ausgebrochen.

Fig. 3. Perle nur aus Perlmuttersubstanz.

Fig. 4. Drei Perlen verschmolzen. Zwei haben einen Kern von Perlmutterschicht und um denselben Säulenschichten, die dritte einen krystallinischen Kern und um diesen eine Chitinschicht. Alle sind durch Perlmuttersubstanz eingehüllt.

Fig. 5. Abwechselnde Chitin- und Säulenschichten aus der Peripherie einer Perle mit eingesprengtem krystallinischem Kern.

Fig. 6. Ein Abschnitt einer durch Verschmelzung entstandnen unregelmässigen Perle, deren Peripherie vielleicht durch anstossende Membranen tiefe Einschnitte behielt, bis diese nach Ortsveränderung durch krystallinische Masse ausgefüllt wurden.

Fig. 7. Schalenschliff der Flussperlmuschel mit Zurückgreifen der Chitin- und der Säulenschicht in die folgenden.

Fig. 8. Schwächere Schale von Anodonta anatina mit kürzern, weniger regelmässigen Säulen.

Die Parthenogenesis bei Aristoteles' Beschreibung der Geschlechts- und Zeugungsverhältnisse der Bienen.

(Nebst einem Sendschreiben an Prof. *v. Siebold* in München.)

Von

H. Aubert und **F. Wimmer** in Breslau.

Hochverehrter Herr Professor!

Bei einer Uebersetzung und Bearbeitung der Bücher des *Aristoteles* über die Zeugungs- und Entwickelungsgeschichte der Thiere haben uns seine Ansichten und Auseinandersetzungen über den Haushalt der Bienen sehr überrascht. Von den Zoologen scheint diese Stelle gänzlich unbeachtet geblieben zu sein, wie überhaupt diese Schrift des *Aristoteles* eine unverdiente Vernachlässigung erfahren hat, denn es existirt von ihr nur die lateinische Uebersetzung *Gaza's*, welche ohne den Text ganz unverständlich ist. Aus jener Stelle geht hervor, dass *Aristoteles* eine Parthenogenesis zur Erklärung der Zeugungserscheinungen bei den Bienen statuirt hat, dass ihm aber zu einem strengen Beweise genaue Beobachtungen gefehlt haben, wie er selbst sehr wohl eingesehen hat. Nun ist es allerdings eine andere Sache, jetzt, wo durch Sie das Princip der Parthenogenesis klar und scharf ausgesprochen, ihr Vorkommen in der Natur durch Sie streng bewiesen und ein vernünftiger Zusammenhang in das verwickelte Treiben der Bienen durch Sie und *Dzierzon* gebracht worden ist, auch beim *Aristoteles* die Parthenogenesis bestimmt ausgesprochen zu finden, als es vor Ihnen gewesen ist. Wir sind auch keineswegs der Meinung, dass etwas dadurch, dass *Aristoteles* es angenommen oder verworfen hat, bewiesen oder widerlegt wird: indess dürfte es Ihnen doch nicht uninteressant sein, zu sehen, für wie wichtig *Aristoteles* die Zeugung der Biene als naturgeschichtlichen Vorgang gehalten hat, mit wie grossem Scharfsinne er die hier möglichen Ereignisse auseinandergesetzt, und durch welchen Gedankengang überhaupt und durch welche Schlussfolgerungen er zur An-

Digitized by Google

nahme einer Zeugung ohne Begattung oder Befruchtung gekommen ist. Und dann hat es immerhin einen gewissen Reiz, zu sehen, wie sich vor zweitausend Jahren »ein weiser Mann« mit einem Problem gequält hat, das nun endlich durch Sie so gelöst worden ist, dass wohl kaum noch ein Zweifel an der Richtigkeit Ihrer Auffassung übrig bleiben dürfte.

Theilen Sie diese Ansicht, so scheint Ihnen vielleicht die nachfolgende Uebersetzung jener Stelle aus der Zeugungs- und Entwickelungsgeschichte und die sich daran anschliessenden Stellen aus der Thiergeschichte, so wie die darauf folgende Vergleichung der Aristotelischen Lehre mit Ihrer Auffassung geeignet, einen Platz in Ihrer Zeitschrift zu finden. Denn es ist wohl wünschenswerth, dass man dem Studium des *Aristoteles* wieder etwas mehr Aufmerksamkeit schenkt, da man ja vor einem Rückfall in jene Epoche, wo *Aristoteles* das A und O der naturgeschichtlichen Studien war, genügend gesichert ist. Audio reclamantes librorum contemtores, qui nihil legunt, nisi noviter inventum, sagt *Haller* in seiner schönen Vorrede zu den Elementen, und wenn man mit ihm der Meinung ist, dass man nicht blos die Ansicht des neusten Schriftstellers über ein Problem kennen müsse, sondern auch die seiner Vorgänger; so hat gewiss keiner grösseren Anspruch, gelesen und berücksichtigt zu werden, als *Aristoteles*. Nicht allein, weil er den Abschluss einer Epoche in der Culturgeschichte der Menschen bildet, die der heutigen so nahe verwandt ist, sondern auch, weil er eine Fülle von Beobachtungen enthält, die noch immer auf eine weitere Ausführung und Erklärung, auf Bestätigung und Beweis oder auf Widerlegung warten; weil er seine Erfahrungen mit einem Scharfsinne gesichtet und mit einer Genialität combinirt hat, die immer bewunderungswürdig bleiben wird, und endlich, weil er selbst in seinen Irrthümern lehrreich ist.

Mit dem Wunsche, dass diese Motivirung unsers Interesses für den *Aristoteles* Ihre Billigung erhalten möge, übergeben wir Ihnen seine Darstellung von dem Haushalte der Bienen, insoweit sich dieselbe auf die Zeugungs- und Entwickelungsverhältnisse dieser Thiere bezieht, und hoffen Ihnen in nicht zu langer Zeit die Uebersetzung und Bearbeitung des ganzen Werkes *περὶ ζῴων γενέσεως* einhändigen zu können.

Mit vorzüglicher Hochachtung

Aubert. Wimmer.

Breslau, den 23. Sept. 1858.

Digitized by Google

De generatione animalium. Editio Beckeri. Lib. III. cap. 10. pag. 99, 9 — 103, 13.

Die Entstehung der Bienen hat viel Zweifelhaftes. Wie nämlich bei manchen Fischen eine solche Entstehung statt hat, dass sie ohne vorhergehende Begattung Junge erzeugen, so scheint dies auch den Beobachtungen zufolge bei den Bienen statt zu haben. Denn es ist nothwendig, dass sie entweder ihre Brut von anderswoher holen, wie Einige meinen, und zwar indem sie entweder von selbst entstanden, oder von einem andern Thiere gelegt ist, oder dass sie sie selbst erzeugen, oder dass sie einen Theil derselben herbeiholen, einen andern erzeugen — denn auch dies meinen Einige, dass sie nur die Drohnenbrut herbeibringen — und dass sie Brut erzeugen entweder mit oder ohne Begattung, und dass, wenn Begattung stattfindet, entweder jede Art für sich Brut erzeugt, oder eine Art alle übrigen, oder indem sich die eine Art mit der andern paart, d. h. dass entweder Bienen aus der Paarung von Bienen, und Drohnen aus Drohnen, und Weisel aus Weiseln entstehen; oder dass alle Uebrigen aus einer Art, z. B. aus den sogenannten Königinnen und Weiseln entstehen, oder dass sie aus den Drohnen und Bienen entstehen. Einige glauben nämlich, die eine Art seien Männchen, die andere Weibchen, etwa die Bienen seien Männchen und die Drohnen Weibchen. Alles dieses ist aber unmöglich, wenn man die aus den besonderen Erscheinungen bei den Bienen und aus den allgemeinen bei den andern Thieren sich ergebenden Schlüsse zieht.

Gesetzt nämlich, die Bienen holen, ohne selbst zu legen, ihre Brut von anderswoher, so müssten, auch ohne dass die Bienen sie forttragen, Bienen an dem Orte entstehen, von welchem sie den Samen holen; denn warum sollten sie entstehen, wenn der Same an einen andern Ort versetzt wird, an jenem Platze aber nicht sein? Denn sie müssten doch ebensogut entstehen, mag nun die Brut in den Blumen von selbst entstehen oder von einem Thier gelegt werden. Und wenn es der Same eines andern Thieres wäre, so müsste dieses aus ihm hervorgehen, nicht aber Bienen. Ferner dass sie Honig eintragen, hat seinen guten Grund, da er ihre Nahrung ist: dass sie aber die Brut holen sollten, welche eine fremde ist, und nicht zur Nahrung dient, ist ungereimt. Denn um wessentwillen sollten sie dies thun? Alle Thiere nämlich, welche für ihre Jungen sorgen, bemühen sich um ihre ersichtlich eigne Brut.

Aber auch das ist nicht wohl erklärlich, dass die Bienen Weibchen, die Drohnen Männchen seien. Denn die Natur verleiht keinem Weibchen die zur Wehr dienende Waffe: die Drohnen sind aber stachellos, die Bienen haben sämmtlich einen Stachel. Aber auch das Gegentheil ist nicht wohl erklärlich, dass die Bienen Männchen seien, die Drohnen Weibchen: denn kein Männchen pflegt sich um die Jungen zu bemühen, dies grade aber thun die Bienen. Ueberhaupt aber, da es Drohnenbrut im Stocke

giebt, auch wenn keine Drohne da ist, da sich hingegen keine Bienenbrut darin zeigt, ohne die Königinnen, — wesshalb auch Einige behaupten, dass nur die Drohnenbrut herbeigeholt werde, — so leuchtet ein, dass sie nicht[1]) durch Begattung entstehen, weder so, dass eine jede beider Arten sich unter sich begattet, noch so, dass sich Bienen mit Drohnen begatten. Und dass sie die Drohnenbrut allein herbeiholen sollten, ist aus den angegebenen Gründen unmöglich, und es ist auch nicht erklärlich, dass eine ähnliche Erscheinung nicht bei der ganzen Gattung statt haben sollte. Ferner ist es aber auch nicht möglich, dass die Bienen selbst theils Männchen, theils Weibchen sein sollten. Denn in allen Thiergeschlechtern ist ein Unterschied zwischen den Weibchen und den Männchen. Auch würden sie sich ja selbst erzeugen. Nun entsteht aber augenscheinlich keine Brut von denselben, wenn sich die Weisel nicht im Stocke befinden, wie behauptet wird. Gegen beides aber, sowohl gegen die Erzeugung aus einander, als auch gegen die aus den Drohnen, sowohl jeder Art für sich, als auch in Verbindung mit einander, ist das ein Beweis, dass man noch nie diese Thiere in Begattung gesehen hat, was doch oft vorkommen müsste, wenn das eine von ihnen männlich, das andere weiblich wäre. Es bleibt also übrig, wenn sie durch Begattung entstehen, dass die Königinnen sich paaren und zeugen. Aber die Drohnen entstehen augenscheinlich, auch wenn keine Weisel in dem Stocke sind, und die Brut derselben können die Bienen weder von anderswoher herbeiholen, noch durch Begattung ihrer selbst zeugen. Somit bleibt nur der Fall übrig, den wir auch bei einigen Fischen vorkommen sehen, dass die Bienen ohne Begattung die Drohnen zeugen, indem sie, insofern sie zeugen, weiblich sind, aber wie die Pflanzen sowohl das Weibliche als das Männliche zugleich in sich tragen. Daher besitzen sie auch das zur Wehr dienende Werkzeug: denn man darf ein Geschöpf nicht weiblich nennen, wenn nicht ein gesondertes Männliches vorhanden ist[2]). Wenn dies aber bei den Drohnen der Fall ist, und diese ohne Begattung entstehen, so ist es nothwendig, dass auch bei den Bienen und bei den Königinnen dasselbe Verhältniss obwaltet und dass sie nicht durch Begattung erzeugt werden. Wenn sich nun Bienenbrut ohne die Königin im Stocke zeigte, so müssten auch die Bienen aus sich selbst ohne Begattung entstehen. Da aber die mit der Pflege dieser Thiere beschäftigten Leute dies in Abrede stellen, so bleibt nur die Möglichkeit übrig, dass auch die Königinnen sowohl sich selbst, als auch die Bienen zeugen. Weil aber das Geschlecht der Bienen ein ausnahmsweises und absonderliches ist, so stellt sich auch ihre Entstehungsweise als eine absonderliche dar. Denn dass die Bienen auch ohne Begattung zeugen, dürfte auch bei andern Thieren vorkommen,

1) Im Texte ist statt *οὔτ'*, was *Becker* hat, mit cod. Z. *οὐκ* zu lesen.

2) Conf. *F. Wimmer* Phytologiae Aristotelicae fragmenta. Vratislaviae 1838. p. 56 sq. § 118—124: Principium masculum et femineum in plantis non segregatum sed mixtum est.

dass sie aber nicht dieselbe Art zeugen, das ist absonderlich. Denn die Erythrini zeugen Erythrini und die Channae Channae[1]). Die Ursache liegt aber darin, dass auch die Bienen selbst, nicht wie die Fliegen und anderen Thiere der Art gezeugt werden, sondern aus einer andern, jedoch verwandten Art: sie entstehen nämlich aus den Weiseln. Daher steht auch ihre Entstehung in einer gewissen Beziehung zu ihrer Gestalt. Die Weisel sind nämlich an Grösse den Drohnen ähnlich, darin aber, dass sie einen Stachel haben, den Bienen; die Bienen gleichen ihnen also hierin, die Drohnen aber hinsichts der Grösse. Denn die Nothwendigkeit erfordert hier eine Veränderung, wenn nicht aus einem jeden immer dieselbe Art entstehen soll. Dies ist aber unmöglich, da sonst die ganze Generation aus Weiseln bestehen würde. Die Bienen nun sind ihnen ähnlich durch die Kraft und dadurch, dass sie Junge hervorbringen, die Drohnen aber in der Grösse; [[2]) wenn sie aber einen Stachel hätten, so wären sie Weisel; jetzt aber bleibt dieser Punkt des Zweifels noch übrig. Die Weisel nämlich gleichen beiden Arten in demselben, darin, dass sie einen Stachel haben, den Bienen, in der Grösse aber den Drohnen.] Es ist aber nothwendig, dass auch die Weisel aus irgend Einem entstehen. Da sie nun weder aus den Bienen, noch aus den Drohnen entstehen, so müssen sie nothwendiger Weise auch sich selbst zeugen. Ihre Zellen aber werden zuletzt und in geringer Anzahl gebildet. Also geschieht es, dass die Weisel sich selbst zeugen, und dass sie auch eine andere Art zeugen, nämlich die der Bienen, dass ferner die Bienen eine andere Art zeugen, die Drohnen, dass diese aber nicht mehr zeugen, sondern dies ihnen entzogen ist. Da aber die naturgemässen Vorgänge immer ihre bestimmte Ordnung haben, so ist es nothwendig, dass den Drohnen auch die Fähigkeit entzogen ist, eine andere Art zu erzeugen, wie es sich denn auch in Wirklichkeit zeigt. Sie selbst werden zwar geboren, aber sie erzeugen nichts anderes, sondern in ihnen als den Dritten hat die Zeugung ihr Ende. Und so ist dies nun von Natur wohl gefügt, dass die Arten immer fortdauern und keine ausgeht, ohne dass doch Alle zeugen. Auch die Erscheinung ist erklärlich, dass bei guter Witterung viel Honig und Drohnen werden, bei Regenwetter aber überhaupt viel Brut. Denn Feuchtigkeit bewirkt mehr Ausscheidung in dem Körper der Weisel, dagegen gute Witterung in denen der Bienen; denn da diese kleiner sind, so bedürfen sie mehr der guten Witterung. Auch das ist wohl eingerichtet, dass die Königinnen, da sie gewissermaassen zur Fortpflanzung bestimmt sind, im Stocke bleiben, fern

1) Conf. *Schneider* Aristoteles de animalibus historiae III. p. 456 und Historia litter. Piscium p. 119 und *Camus* Histoire des animaux d'Aristoteles II. p. 736 u. p. 774 unter Rouget und Serran.

2) Die eingeklammerte Stelle ist als ein unächter Zusatz zu betrachten, da dieselbe Bemerkung hier zum dritten Male wiederholt wird. Die Unächtheit verrathen auch die unerklärlichen Worte *τοῦτο λείπεται τῆς ἀπορίας*, deren Erklärung *Philoponus* auch mittelst einer kühnen Verdrehung nicht gelungen ist.

von der nothwendigen Arbeit, und dass sie eine gewisse Grösse haben, indem ihr Körper gewissermaassen zur Bruterzeugung eingerichtet ist; dass die Drohnen hingegen träge sind, da sie keine Waffe haben, um sich die Nahrung zu erkämpfen, und wegen der Schwerfälligkeit ihres Körpers. Die Bienen aber stehen in der Grösse zwischen beiden mitten inne[1]), denn so sind sie zur Arbeit tauglich, und sie sind arbeitsam, da sie zugleich Kinder und Eltern ernähren. Auch der Umstand, dass sie den Königinnen folgen, stimmt sehr wohl damit zusammen, dass die Bienen ihnen ihre Entstehung verdanken, denn wenn nicht so etwas zu Grunde läge, so wäre die Erscheinung ganz ohne Grund, dass die Weisel sie anführen, wie auch der Umstand, dass sie jene nichts arbeiten lassen, als ihre Eltern, dass sie dagegen die Drohnen als ihre Kinder züchtigen; denn es ist in der Ordnung, die Kinder und diejenigen, welche keine Arbeit verrichten, zu züchtigen. Dass aber die Weisel, deren Anzahl gering ist, eine Menge von Bienen zeugen, diese Erscheinung mag dem ähnlich sein, was bei den Löwen vorkommt, welche anfangs fünf, dann weniger, endlich ein und zuletzt gar kein Junges mehr zeugen. Die Weisel aber zeugen zuerst eine grosse Zahl, dann nur wenige Weisel, und zwar ist die Brut jener kleiner, aber bei ihnen selbst hat die Natur in der Grösse ersetzt, was sie in der Zahl entzog. So verhält es sich nun mit der Entstehung der Bienen nach Gründen und nach den darüber bekannten Erfahrungen. Jedoch hat man darüber nicht ausreichende Beobachtungen, aber sollten diese gemacht werden, so muss man der Beobachtung mehr Glauben schenken, als den Gründen, und diesen nur, wenn sie zu dem gleichen Resultate führen wie die Erscheinungen.

Historia animalium Lib. V. Schneider cap. 17. Becker p. 137, 14 — 138, 4. (cap. 19).

Es entstehen die sogenannten Schmetterlinge aus den Raupen, diese aber entstehen auf den grünen Blättern, besonders denen des Raphanos, den man auch Krambe nennt; zuerst sind sie kleiner als ein Hirsekorn, dann wachsen sie zu kleinen Würmern aus, werden darauf binnen drei Tagen kleine Raupen und, nachdem sie alsdann grösser geworden sind, werden sie unbeweglich, verändern ihre Gestalt, und heissen Puppen; sie haben eine harte Schale, bewegen sich aber, wenn man sie berührt. Sie haften an spinnenwebeartigen Fäden, und haben weder einen Mund noch ein anderes deutliches Organ. Nach nicht langer Zeit zerreisst die Schale und es fliegen geflügelte Thiere heraus, die wir Schmetterlinge

1) Dies widerspricht dem oben Gesagten und der Erfahrung. Die Erklärung des *Philoponus*, dass sich dies nicht auf die Grösse selbst beziehe, sondern darauf, dass die Arbeitsbienen einen Stachel haben, findet in den Worten τὸ μέγεθος ihre Widerlegung. Die Handschriften bieten keine Hülfe: man wird also die Stelle durch Conjectur emendiren müssen.

Digitized by Google

nennen. Zuerst nun, so lange sie Raupen sind, nehmen sie Nahrung zu sich und geben Koth von sich. Auf dieselbe Weise verhalten sich auch die übrigen Thiere, welche aus Würmern entstehen, sowohl diejenigen, welche durch eine Paarung von Thieren, als die, welche ohne Begattung als Würmer entstehen. Denn auch die Würmer der Bienen, Anthrenen und Sphäkes, nehmen Nahrung zu sich, so lange sie jung sind und führen offenbar Koth. Wenn sie aber aus der Form des Wurmes zur Gliederung gelangen, dann heissen sie Nymphen (Puppen) und nehmen weder Nahrung mehr zu sich, noch führen sie Koth, sondern sie sind unbeweglich in ihrer Umhüllung, so lange sie noch wachsen. Dann gehen sie heraus, indem sie die Zelle an der Stelle durchbrechen, wo sie zugeklebt ist.

Hist. anim. Schneider cap. 18, 19, 20, 21. Becker 441, 2 — 445, 3. cap. 21, 22, 23.

Nicht alle haben dieselbe Ansicht über die Art und Weise, auf welche die Bienen erzeugt werden. Denn die Einen behaupten, dass die Bienen weder gebären noch sich begatten, sondern dass sie die Brut holen und zwar nach der Meinung der Einen von der Blüthe des Kallynthros, nach der der Andern von der Blüthe des Rohres, nach einer dritten Meinung von den Blüthen des Oelbaumes; und als Beweis führen sie an, dass bei einer reichen Olivenernte auch die meisten Schwärme abgehen. Die Andern behaupten, dass sie die Brut der Drohnen von einem Stoffe der erwähnten Pflanzen holten, dass aber die Brut der Bienen von den Weiseln geboren würde. Es giebt aber zwei Arten von Weiseln, der bessere ist rothgelb (rostgelb), der andere schwarz und bunter, aber (beide) von doppelter Grösse, als die Arbeitsbienen; ihr Hinterleib ist wenigstens anderthalbmal so lang. Und sie werden von Einigen Mütter genannt, weil sie gebären sollen. Als Beweis führen sie an, dass Drohnenbrut im Stocke entsteht, ohne dass ein Weisel darinnen ist, aber keine Bienenbrut. Andere behaupten, es fände eine Begattung statt, die Drohnen wären Männchen, die Bienen Weibchen.

Die Erzeugung der Uebrigen geht in den Hohlräumen der Wabe vor sich, die Weisel entstehen unterhalb an der Wabe hängend, ausserhalb zu sechs oder sieben der übrigen Brut gegenüber befindlich. Einen Stachel haben die Bienen, die Drohnen nicht. Die Königinnen und Weisel haben zwar auch einen Stachel, stechen aber nicht, wesswegen einige meinen, sie hätten keinen[1]).

Es giebt mehrere Arten von Bienen, die beste ist klein, rund und bunt; die andre lang, der Anthrene ähnlich, die dritte der sogenannte Dieb. Dieser ist schwarz und breitleibig. Die vierte ist die Drohne, an Grösse die bedeutendste von Allen, aber stachellos und feige. Desswegen

1) *Schneider* 467. *Becker* 291. 41. Die Weisel sind am wenigsten böse und stechen am wenigsten. — Dies ist in Uebereinstimmung mit *Dzierzon* Neue Art der Bienenzucht. 1848 p. 17.

machen Manche ein Geflecht um die Bienenstöcke von der Art, dass die Bienen hineinkriechen können, die Drohnen aber nicht, weil sie zu gross sind. Von Weiseln aber giebt es zwei Arten, wie schon erwähnt worden ist. Und es sind in jedem Stocke mehrere Weisel, nicht blos ein einziger. Der Schwarm geht zu Grunde, sowohl wenn die Weisel nicht in hinreichender Zahl vorhanden sind (nicht weil sie dann führerlos sind, sondern wie man behauptet, weil sie zur Erzeugung der Bienen beitragen), als auch, wenn viele Weisel da sind. Denn sie verursachen eine Zersplitterung. Wenn es nun ein spätes Frühjahr giebt und Dürre und Mehlthau, so entsteht weniger Brut, vielmehr machen sie bei Dürre mehr Honig, bei Regenwetter mehr Brut. Desswegen treffen reiche Olivenernten und Schwärme zusammen. Sie verfertigen aber zuerst die Waben, dann legen sie die Brut hinein, aus dem Munde, nach der Behauptung Einiger, die auch sagen, dass sie dieselbe anderswoher holten, darauf den Honig als Nahrung, theils im Sommer, theils im Herbste; besser aber ist der Herbsthonig. Die Wabe wird aus den Blüthen bereitet, die Wachsmaterie aber holen sie von den Ausschwitzungen der Bäume, der Honig aber, den sie sammeln, tropft aus der Luft herab, besonders beim Untergang der Gestirne und wenn ein Regenbogen am Himmel steht. Es entsteht aber überhaupt kein Honig vor dem Untergange der Pleiaden. Das Wachs machen sie nur, wie gesagt, aus den Blumen, dass sie aber den Honig nicht machen, sondern ihn holen, wenn er herabtropft, davon ist Folgendes Beweis: binnen einem oder zwei Tagen finden die Bienenzüchter den Stock von Honig erfüllt. Ferner giebt es zwar im Herbste Blumen, aber keinen Honig, wenn er vorher ausgenommen worden ist. Wenn nun der gesammelte Honig schon ausgenommen worden und keine oder wenig Nahrung mehr im Stocke ist, so würde doch welcher hineinkommen, wenn sie ihn aus den Blumen bereiteten. Der Honig verdickt sich, während er reif wird; denn im Anfang ist er wie Wasser und bleibt einige Tage flüssig; wenn er daher in diesen Tagen herausgenommen wird, so hat er keine Consistenz, in höchstens zwanzig Tagen wird er fester. Es ist dies sogleich für den Geschmack deutlich, denn er zeichnet sich durch Süssigkeit und Dickflüssigkeit aus. Es sammeln aber die Bienen von allen Blüthen mit einem Kelche, und auch von den andern, welche Süssigkeit enthalten, ohne die Frucht zu verletzen. Die Säfte derselben tragen sie fort, indem sie sie mit dem der Zunge entsprechenden Organe aufnehmen. Es werden die Stöcke gezeidelt, wenn die Frucht des wilden Feigenbaumes erscheint. Die besten Jungen liefern sie, wenn sie Honig bereiten. Sie tragen das Wachs und Bienenbrod an den Schenkeln, den Honig aber speien sie in die Zellen. Wenn sie die Brut abgesetzt haben, brüten sie darauf wie die Vögel. In der Zelle liegt das Würmchen, wenn es klein ist, quer, späterhin aber richtet es sich von selbst auf, nimmt Nahrung zu sich und liegt an der Zelle an, so dass es sich auch daran stützt. Die Brut der Bienen und Drohnen aber, aus der die Würmchen

werden, ist weiss, und wenn sie wachsen, so werden Drohnen und Bienen daraus. Die Weiselbrut aber wird hellgelb und ist der Consistenz nach wie dicker Honig. Die Körpergrösse hat sie von Anfang an ähnlich, wie das vollendete Thier; es wird aber nicht erst ein Wurm daraus, wie man sagt, sondern sogleich eine Biene (?). Wenn eine Zelle belegt worden ist, so wird an der entgegengesetzten Seite Honig bereitet. Das Junge bekommt Flügel und Füsse, wenn die Zelle verklebt worden ist, wenn es aber seine Vollendung erreicht hat, so fliegt es nach Zerreissung der Haut heraus. . . . .

. . . . . Die Lebenszeit der Bienen beträgt 6 Jahre, einige leben auch 7 Jahre. Wenn aber ein Schwarm 9—10 Jahre ausdauert, so glaubt man, dass er sich gut gehalten hat[1]).

Hist. anim. Schneider p. 460. Becker 286, 30 — 287, 10.

Die Drohnen halten sich meistens im Stocke auf, wenn sie aber einmal schwärmen, so steigen sie mit Geräusch gegen den Himmel, indem sie sich im Kreise drehen und gleichsam Uebungen machen; wenn sie aber das gethan haben, so gehen sie wieder in den Stock und lassen sichs wohl schmecken. Die Königinnen aber fliegen nicht heraus, ausser mit dem ganzen Schwarme und weder auf die Weide, noch zu einem andern Zwecke. Man behauptet aber auch, wenn sie sich beim Schwärmen verirrt[2]), dass die Bienen dem Weisel nachgehen und nach ihm suchen, bis sie ihn durch den Geruch gefunden haben. Er soll auch von dem Schwarme getragen werden, wenn er nicht fliegen kann und wenn er umkomme, so gehe der Schwarm zu Grunde. Wenn sie aber noch eine Zeit lang blieben und Waben bauten, so käme kein Honig hinein und sie selbst gingen schnell zu Grunde.

Hist. anim. Schneider p. 461. Becker 287, 24—31.

Wenn der Weisel lebt, so sollen die Drohnen für sich entstehen, wenn aber nicht, so sollen sie in den Arbeiterzellen von den Bienen gezeugt werden, und solche sollen muthiger werden. Man nennt sie desswegen gestachelte, nicht weil sie einen Stachel haben, sondern weil sie stechen wollen, aber nicht können. Es sind aber die Zellen für die Drohnen grösser. Und sie bauen die Zellen der Drohnen abgesondert für sich, meist aber zwischen denen der Bienen. Desswegen schneidet man sie auch mit heraus.

Hist. anim. Schneider 463. Becker 288, 31 — 289, 15.

Die Arbeitsbienen tödten ohne Schonung auch die Ueberzahl der Weisel und vorzüglich die schlechteren, damit sie nicht, wenn ihrer viele

1) *Dzierzon* l. c. p. 21 hat die Lebensdauer viel kürzer bestimmt.

2) Statt der Lesart des Textes ὁ ἀφεσμός lesen wir nach einer Conjectur in Uebereinstimmung mit der Uebersetzung von *Gaza*: si, quum pergunt, rex forte aberrarit etc. . . . ἐν ἀφεσμῷ.

Digitized by Google

sind, den Schwarm zersplittern. Sie tödten sie aber besonders, wenn der Stock nicht reich an Brut ist und keine Schwärme zu erwarten sind. Denn in solchen Zeiten zerstören sie auch die Zellen der Königinnen, wenn sie gebaut sind, weil diese die Veranlassung zum Auszuge sind. Sie zerstören auch die der Drohnen, wenn ein Mangel an Honig in Aussicht steht und die Schwärme nicht gut Honig eintragen. Und gegen die, welche von Honig etwas wegnehmen wollen, kämpfen sie am meisten und werfen die übrig bleibenden Drohnen hinaus, und man sieht sie oft aussen am Stocke sitzen.

Hist. anim. Schneider 465. Becker 289, 23 — 290, 2.

Die Königinnen selbst lassen sich draussen nicht anders, als mit dem Schwarme sehen. Bei dem Abschwärmen sieht man die Uebrigen um diese im dichten Schwarme gedrängt. Wenn aber ein Abschwärmen stattfinden soll, so hört man einige Tage lang einen eigenthümlichen, absonderlichen Ton, und zwei bis drei Tage fliegen nur wenige Bienen um den Stock. Ob aber auch eine Königin unter ihnen ist, ist noch nicht beobachtet worden, weil es nicht so leicht ist. Wenn sie sich aber versammelt haben, so fliegen sie fort, und die übrigen trennen sich, indem sie den einzelnen Königinnen folgen. Wenn sich aber ein kleiner Schwarm in der Nähe eines grossen niederlässt, so geht der kleinere zu dem grösseren hinüber, und die Königin, welche sie verlassen haben, tödten sie, wenn sie mitkommt.

Der Gedankengang beim *Aristoteles* ist also etwa folgender:

1) Entweder holen die Bienen ihre Brut anderswoher und
   a) entweder entsteht sie durch Urzeugung
   b) oder sie stammt von einem anderen Thier
2) oder sie holen einen Theil, einen andern gebären sie,
3) oder sie gebären selbst und zwar
   a) mit Begattung,
   b) ohne Begattung.

Und wenn sie mit Begattung (3 a) gebären, dann

α) gebiert jede Art für sich, z. B. Arbeitsbienen entstehen aus Arbeitsbienen, Drohnen aus Drohnen, Königinnen aus Königinnen,

β) oder eine einzige Art gebiert alle übrigen, z. B. die Weisel,

γ) oder so, dass sich die eine Art mit der andern begattet, z. B. Drohnen mit Arbeitsbienen.

Alles das ist unmöglich, folglich müssen sie ohne Begattung (3 b) entstehen. Wie stimmen damit die Beobachtungen?

Um nun die Ansichten und Erfahrungen des *Aristoteles* mit unsern heutigen in Parallele zu stellen, ist es nothwendig, die Grundlagen unserer

jetzigen Hypothesen zu betrachten. Bei allen naturgeschichtlichen und physiologischen Fragen untersuchen wir erstens das anatomische Substrat und bekommen dadurch theils einen festen Grund und eine bestimmte Richtung für die zu stellenden Fragen, theils schliessen wir eine Menge von Möglichkeiten von vorn herein aus. Zweitens haben wir dann die Aufgabe, Beobachtungen über die Vorgänge bei den Thieren oder in Organen anzustellen und zu versuchen, wie sich diese Vorgänge unter veränderten Bedingungen verhalten; drittens combiniren wir die anatomischen und naturgeschichtlichen Ergebnisse mit aprioristischen Annahmen und Gedanken, die allerdings bis zu einem gewissen Grade zufällig und willkührlich sind.

Untersuchen wir nun zunächst den Unterschied zwischen den anatomischen oder morphologischen Kenntnissen des *Aristoteles* und der neusten Zeit in Bezug auf die Bienen. *Aristoteles* unterscheidet die Bienen nur nach der Grösse und dem Besitz eines Stachels, und nimmt darnach Weisel, Arbeitsbienen und Drohnen an. Er unterscheidet auch noch zwei Arten von Bienen, die rothgelben und die bunten. Er scheint aber die Bienen nicht secirt zu haben und würde bei dem Mangel von Lupe und Mikroskop wohl auch nicht viel zur Erklärung Dienendes gefunden haben: er musste darnach aber zunächst im Unklaren bleiben über das Geschlecht der Bienen. So schwankt er denn, ob die Drohnen Männchen oder Weibchen sind, für ersteres spricht ihm ihre Grösse, für letzteres das Fehlen des Stachels. Da die Königin gross ist und einen Stachel hat, so glaubt er in ihr das männliche und weibliche Princip vereinigt annehmen zu müssen; sie ist also kein eigentliches Weibchen.

Seitdem sind nun folgende anatomische Data gewonnen worden, welche von besonderem Einflusse für die Zeugungsverhältnisse der Bienen sein dürften:

1) Die Königin hat zwei Eierstöcke, einen Copulationsapparat und ein Receptaculum Seminis, sie ist also ein vollkommenes, entwickeltes Weibchen.

2) Die Drohnen sind vollkommene Männchen mit Hoden, Spermatozoiden und Copulationsorganen.

3) Die Arbeitsbienen sind verkümmerte Weibchen mit verkümmerten Eierstöcken, verkümmertem Receptaculum Seminis und verkümmerten, zur Begattung unbrauchbaren Copulationsorganen.

4) Die Eierstöcke einer einzigen Königin enthalten so viele Eier, dass dieselben ausreichen, die sämmtlichen Arbeiter- und Drohnenzellen eines Stockes zu belegen.

5) Die Samenblase der Königin enthält unter gewissen Verhältnissen und zu gewissen Zeiten lebende Spermatozoiden, zu andern Zeiten nicht.

6) Die Ruthe der Drohnen findet sich zu gewissen Zeiten in der Scheide der Königin.

7) In den Eiern aus Arbeiterzellen finden sich Spermatozoiden, in denen aus Drohnenzellen sind keine gefunden worden.

Durch die Ergebnisse der anatomischen Untersuchung wird also zunächst das Geschlecht der 3 Arten von Bienen, die *Aristoteles* unterscheidet, sicher festgestellt. Zweitens wird der Begattungsakt zwischen Königin und Drohnen ein unabweisliches Postulat. Drittens geht daraus die Unmöglichkeit einer Befruchtung der Arbeitsbienen hervor. Viertens wird es sehr wahrscheinlich, dass die befruchtete Königin Eier mit und ohne Spermatozoiden legt. — Diese anatomischen Thatsachen, mit den Aristotelischen Angaben über die naturgeschichtlichen Vorgänge bei den Bienen combinirt, würden beinahe genügen, die Schlüsse, die sich heutzutage ziehen lassen, zu sichern, wie sich sogleich ergeben wird. Denn wenn wir nun die Resultate, welche die Beobachtungen der Bienenzüchter zu *Aristoteles'* Zeiten ergeben haben, mit dem, was hinzugekommen ist, vergleichen, so ergiebt sich, dass *Aristoteles* schon das meiste gewusst hat. Er hat gewusst:

1) Dass alle drei Arten von Bienen in einem Stocke sein müssen, Weisel, Arbeiter und Drohnen, wenn derselbe fortbestehen und Weisel, so wie Arbeitsbienen in ihm erzeugt werden sollen.

2) Dass die Königin zur Fortpflanzung ihrer eignen Art und der der Arbeitsbienen Eier legen oder Würmer gebären muss, da in einem weisellosen Stocke keine Arbeitsbienen und auch keine Königinnen erzeugt werden.

(Ob *Aristoteles* annimmt, dass die Bienenkönigin Eier legt oder Würmer gebiert, darüber muss man zweifelhaft bleiben. Aus den meisten Stellen geht deutlich hervor, dass *Aristoteles* die Wurm- und Raupenperiode als einen dem Ei vorhergehenden Zustand aufgefasst hat, und erst die unbewegliche Puppe als das dem Ei der Vögel u. s. w. analoge angesehen hat, während der Wurmzustand seinem *κύημα* entspricht. Gleichwohl geht aus der oben angezogenen Stelle aus der Thiergeschichte Lib. V. cap. 19 hervor, dass er das wahre Ei der Schmetterlinge gekannt hat und er sagt, dass der Vorgang bei den Bienen derselbe wäre. Der Widerspruch zwischen den Erfahrungen des *Aristoteles* und seiner Theorie vom Insektenei ist also offenbar, und er ist wohl erklärlich, aber nicht zu lösen.)

3) Dass Drohnen auch in weisellosen Stöcken entstehen, dass folglich von den Arbeitsbienen Drohnen müssen erzeugt werden können; er schliesst aber weiter, dass die Arbeitsbienen immer und regelmässig die Drohnen erzeugen, was freilich nicht richtig ist. Andrerseits hat er gewusst, dass in weisellosen Stöcken Drohnen in Arbeiterzellen ausgebrütet werden, welche kleiner sind als die Drohnenzellen; die Anomalie eines solchen Vorganges ist ihm also doch nicht ganz entgangen. (Hist. anim. p. 287, s. oben.)

4) Dass die Weisel meist im Stocke bleiben, dass sie nie allein ausfliegen, sondern nur zu gewissen Zeiten und dann gemeinschaftlich mit den Drohnen und Arbeitsbienen.

5) Er hat die Drohnenschlacht gekannt.

6) Er giebt an, eine Begattung sei niemals beobachtet worden.

Zu diesen Erfahrungen des *Aristoteles* ist nun etwa Folgendes an neuen Beobachtungen und Berichtigungen hinzugekommen:

7) Dass die Königin Eier legt und zwar Eier, aus denen Arbeitsbienen, Königinnen und Drohnen werden, und dass dies die Regel ist. Dass dagegen, wenn ein Stock weisellos wird, auch wohl Arbeitsbienen Eier legen, aus denen Drohnen werden, dass sie die Eier aber unregelmässig legen, und dass die ganze Erscheinung eine Art von Nothbehelf und ausser der Regel ist.

8) Dass aus einem Arbeiterinnenei und einem jungen Würmchen eine Königin gezogen werden kann.

9) Dass eine Königin, deren Receptaculum Seminis keine Spermatozoiden enthält, nur Drohnenbrut erzeugt. Ebenso eine sehr alte Königin.

10) Dass zu einem normalen Schwarme nur eine einzige Königin gehört.

11) Dass bei Kreuzungen zwischen deutschen und italienischen Bienen sich die Brut der Drohnen immer nach der Königin richtet.

Sehen wir nun drittens, was für Schlüsse *Aristoteles* aus seinen Erfahrungen gezogen hat, und vergleichen damit die Resultate *Dzierzon's* und *von Siebold's*.

1) *Aristoteles* nimmt eine Erzeugung ohne Begattung oder Befruchtung, d. h. also eine Parthenogenesis an.

Seine Gründe dafür sind:

a) es ist nie eine Begattung bei den Bienen beobachtet worden;

b) wenn die Arbeisbienen Weibchen, die Drohnen Männchen sind, so enthält die Königin beide Principien ungetrennt in sich, weil sie die Grösse der Drohnen und den Stachel der Arbeitsbienen hat. Sie kann daher entwickelungsfähige Eier legen, ohne dass erst durch die Begattung das männliche Princip hinzuzukommen braucht. Ebenso documentiren sich die Arbeitsbienen als Theilhaberinnen an beiden Principien, durch den Stachel an dem einen, durch die Brutpflege an dem andern. So erklärt er es sich, dass auch sie ohne Begattung Drohnen erzeugen können. Legt man auf diese allerdings ganz willkührliche Annahme besondern Nachdruck, so kann man freilich behaupten, eine eigentliche Parthenogenesis hätte *Aristoteles* nicht statuirt; er selbst betont indess dieses Verhalten nicht besonders;

c) einige Fische scheinen auch ohne Befruchtung zu gebären, denn man kennt von ihnen keine Männchen. Diesen Punkt lässt aber *Aristoteles* an zwei andern Stellen seiner Zeugungs- und Entwickelungsgeschichte ganz unbestimmt und zweifelhaft.

Diese Gründe sind nun keineswegs für die Annahme einer Parthenogenesis ausreichend, denn:

ad *a*: eine Begattung ist zwar bis jetzt noch nicht direct beobachtet

worden, indess ist sie so gut wie unzweifelhaft. Denn erstens findet man Spermatozoen in dem Receptaculum Seminis der Königin; zweitens hat *Dzierzon* in der Vagina der Königin den abgerissenen Penis der Drohnen gefunden und dies hat ihn auf den glücklichen Gedanken gebracht, den Ausflug der Königin als ihren »Hochzeitsflug« aufzufassen, bei dem eben eine Begattung der Königin mit den Drohnen und die Füllung des Receptaculum Seminis mit Sperma stattfindet.

ad *b:* Die Königin ist ein reines Weibchen und wird befruchtet; die Arbeiterinnen sind verkümmerte, befruchtungsunfähige Weibchen, ohne Besitz eines »männlichen Princips.«

ad *c:* Die Beobachtungen an den Fischen sind ganz zweifelhaft; dieser Schluss aus Analogie daher nicht gerechtfertigt.

von Siebold nimmt gleichfalls eine Erzeugung ohne Begattung respective ohne Befruchtung oder eine Parthenogenesis an, und seine Gründe sind:

a) in dem Receptaculum seminis flügellahmer Königinnen und solcher, die keinen Hochzeitsflug gemacht haben oder sonst zu Schaden gekommen sind, finden sich keine (oder nur bewegungslose) Spermatozoiden, und doch legen dieselben Eier, aus denen Drohnen werden;

b) verkümmerte Weibchen (Arbeitsbienen), bei denen eine Begattung und Befruchtung unmöglich ist, legen unter Umständen Eier, aus denen Drohnen werden;

c) in den Eiern, welche von einer befruchteten Königin in Drohnenzellen gelegt wurden, sind keine Spermatozoiden gefunden worden.

Es ist also Gesetz, dass die Drohnen immer aus unbefruchteten Eiern entstehen.

d) eine Parthenogenesis ist unzweifelhaft bei den Psychen und mit hoher Wahrscheinlichkeit bei den Seidenraupen nachgewiesen.

So sind also *Aristoteles* und *von Siebold* zu derselben Hypothese gekommen, aber die Annahme des ersteren ist unbegründet, die des letzteren so gut bewiesen, wie es bei einem Gegenstande der Beobachtung nur geschehen kann.

2) *Aristoteles* kommt zu der Annahme, die Königin müsse zweierlei Brut zeugen, nämlich die der Arbeitsbienen und die der Königinnen. Auch dieser Satz gilt noch, aber in anderer Bedeutung: die Königin zeugt zweierlei Art von Brut, nämlich weibliche und männliche. Denn die Arbeitsbienen sind ebenso wie die Königinnen Weibchen und es kann aus demselben Ei und aus demselben Würmchen, ehe es 3 Tage alt geworden ist, unter Umständen eine Arbeitsbiene, unter andern Umständen eine Königin werden. Dies ist also die eine Art. Die andere Art, die Männchen oder Drohnen, werden nicht, wie *Aristoteles* annimmt, regelmässig und ausschliesslich von den Arbeitsbienen gezeugt, sondern nur ausnahmsweise, in der Regel aber auch von den Königinnen. In *Aristoteles'* Sinne aber muss man sagen, die Königin zeuge dreierlei Art von Brut.

Digitized by Google

Aristoteles gründet seine Annahme darauf, dass in einem weisellosen Stocke nur Drohnen erzeugt werden, und er schliesst daraus, seinen eignen Erfahrungen nicht ganz entsprechend, dass sie immer von den Arbeitsbienen herrühren. Die Annahme *von Siebold's* gründet sich darauf, dass erstens nach der anatomischen Untersuchung die Drohnen Männchen, die Arbeitsbienen Weibchen sind, in denen sich nur ausnahmsweise Eier finden, die übrigens nicht befruchtet werden können; und dass nur die Königin ein vollkommenes Insektenweibchen mit Eierstöcken, Copulationsorganen und Samenbehälter ist. Dass zweitens die Eier in den Eierstöcken der Königin in ausreichender Menge vorhanden sind, um den ganzen Stock mit Brut versorgen zu können. Dass drittens in einem Stocke mit lädirter Königin nur Drohnen entstehen. Die Ursache der merkwürdigen Erscheinung, dass die befruchtete Königin bald Drohneneier in Drohnenzellen, bald Arbeitereier in Arbeitsbienenzellen legt, ist allerdings unbekannt und ebenso der Mechanismus bei diesem Akte.

3) *Aristoteles* behauptet, die Arbeiterinnen seien alle einerlei Geschlechts. Er gründet diese Meinung auf das gleiche Aussehen aller Arbeitsbienen. Indess giebt es in der Natur sehr viele männliche und weibliche Thiere, die sich dem äussern Ansehen nach nicht oder nur sehr schwer unterscheiden lassen. Wir erinnern z. B. an die Muscheln, die bis 1836 für Hermaphroditen galten, und die allerdings *von Siebold*, nachdem er ihre Geschlechtstheile oft geprüft und in den einen immer Eier, in den andern immer nur Samen gefunden hatte, dann auch durch die Wölbung der Schaale unterscheiden lernte. Man kann also auch hier nur behaupten, dass *Aristoteles* das Richtige gerathen, nicht, dass er es bewiesen hat.

Wenn also *Aristoteles* zu allgemeinen richtigen Sätzen in seiner Behandlung der Bienenerzeugung gekommen ist, so muss man doch behaupten, dass dieselben erst jetzt bewiesen worden sind, und dieser Unterschied zwischen *Aristoteles* und der Jetztzeit findet sich öfter; er tritt aber grade in unserm Thema sehr scharf hervor. Wie daher ein Redner in der Gedächtnissrede von *Johannes Müller*, so können wir auch vom *Aristoteles* sagen, »dass er in zweifelhaften Fragen fast immer das Glück hatte, frühzeitig die später siegreiche Parthei anzuerkennen.« Das ist aber grade das Charakteristische für das Genie, mit mangelhaften Beobachtungen und nicht genügend motivirten Annahmen zu allgemeinen richtigen Hypothesen durchzudringen.

Zur Kenntniss des Horopter's.

Von Dr. **Edouard Claparède** in Genf.

Mit der Bestimmung des Horopter's haben sich seit langer Zeit viele Physiologen beschäftigt, ohne dass diese Frage ihrer Lösung viel näher gebracht worden wäre. Die ausführliche Arbeit *Georg Meissner's* hat zwar unsere Kenntniss des Horopter's in mancher Hinsicht befördert, indessen haben manche Irrthümer das Endresultat seiner Untersuchungen so vollständig entstellt, dass er annehmen zu müssen glaubte, der Horopter beschränke sich auf eine gerade Linie, mitunter gar auf einen einzigen mathematischen Punkt.

Durch meine eigenen Untersuchungen gelangte ich aber zu folgenden Ergebnissen:

I. Für gesunde Augen und zwar in allen Fällen ist der Horopter weder eine Linie noch ein Punkt, wohl aber immer eine Fläche.

II. Diese Fläche enthält sowohl den fixirten Punkt wie eine durch diesen Punkt geführte und zur Visirebene senkrechte gerade Linie.

III. Die Horopterfläche ist so beschaffen, dass eine jede durch die optischen Mittelpunkte geführte, und daher mit der Visirebene einen beliebigen Winkel bildende Ebene, einen Kreis als Durchschnitt der Horopterfläche darstellt.

Es folgt unmittelbar aus dieser neuen Bestimmung des Horopter's: erstens dass der Horopterkreis, welcher schon im Jahre XIII der französischen Republik (1805) von *Pierre Prévost*[1]) zu Genf nachgewiesen und erst weit später von *Vieth* und *Joh. Müller* wiedergefunden wurde, der Horopterfläche wirklich angehört und zwar dass sie den Durchschnitt derselben durch die Visirebene darstellt; und zweitens dass die durch den fixirten Punkt geführte und zur Visirebene senkrechte Horopterlinie, welche von *Alexandre Prévost*[2]) 1842 entdeckt wurde, von den meisten Physiologen aber unberücksichtigt blieb, der Horopterfläche ebenfalls angehört; und zwar stellt diese Linie den Durchschnitt der Horopterfläche durch eine durch den fixirten Punkt und die Mitte der die optischen Centra verbindenden geraden Linie vertical geführte Ebene dar.

Ich beabsichtige diese verschiedenen Aeusserungen nächstens ausführlicher zu erörtern.

Genf, den 18. September 1858.

1) *Pierre Prévost:* Essai de Philosophie, Genève an XIII. T. I. p. 173.
2) *Alexandre Prévost:* Essai sur la vision binoculaire, Genève 1843.

Digitized by Google

Beitrag zur Kenntniss der Geschlechtsorgane der Tänien.

Von

Dr. H. A. Pagenstecher in Heidelberg.

Mit Tafel XXI.

Da bei den Untersuchungen über den genauern Bau der Geschlechtsorgane der Cestoden bisher die Tänien der besondern Schwierigkeiten halber weniger Berücksichtigung fanden, so dürfte die Mittheilung der bei einer Tänie vorgefundnen Verhältnisse schon deshalb einiges Interesse bieten. Es wird dieses durch eine bisher für Tänien noch nicht beobachtete Absonderheit vermehrt.

Leider erlauben die mangelhaften Charakteristiken der ältern Literatur fast nur ausnahmsweise eine sichere Diagnose, welchen der Helminthen früherer Autoren man vor sich habe, und diese Zweifel bleiben auch hier. Mehrere Exemplare der zu beschreibenden Tänie fanden sich im Winter 1857—58 in Anas Boschas fera im Darme. Ausgezeichnet durch ihre geringe, wenige Linien nicht überschreitende Grösse, einen feinen, langen, mit etwa 10 Haken gekrönten Rüssel und bedeutende Saugnäpfe, bildet sie ihre Glieder fast ohne Hals. Am ersten möchte nach Wohnort und Beschreibung die Taenia microsoma *(Creplin)* der Eidergans und einiger Enten in ihr erkannt werden.[1]) Diese Tänie bildet keine grosse Anzahl Glieder, deren vierzehntes schon die ersten Anfänge geschlechtlicher Entwicklung zeigt. Mit dem ein und zwanzigsten Gliede ist die gesammte geschlechtliche Funktion und mit ihr die Existenz der Proglottis abgelaufen. Natürlich kommen geringe Abweichungen von diesen Zahlenverhältnissen vor. Alle die Glieder, in welchen die Ausbildung von Geschlechtsorganen begonnen hat, sind durch feine pigmentirende Körnchen ausgezeichnet, deren Menge, je weiter nach hinten, um so grösser

1) *Creplin*, nov. observ. de entozois, p. 99.
Mehlis in Isis 1831, p. 194.
Dujardin, Hist. nat. des Helminthes, p. 610.
Diesing, Syst. Helm. I, 528. 78.
Die erste Originalmittheilung *Creplins* konnte ich nicht vergleichen.

wird. In jener geringen Zahl geschlechtlicher Glieder lässt sich mit ausgezeichneter Klarheit die Entwicklung und Funktion der Generationsorgane überschauen. Um das Beobachtete hinreichend wiederzugeben, habe ich ausser der Kette (Fig. 1), welche ein Individuum genau nach der Natur darstellt, eine Reihe von Zwischenstufen andern Exemplaren entnommen und mehr schematisch gezeichnet (Fig. 2).

Wie bei andern Cestoden und den Trematoden beginnt die Geschlechtsentwicklung mit dem männlichen Theile. Zuerst zeichnet sich die Stelle des spätern Hodens durch ein kleines Häuflein von Zellen aus (Fig. 1 a). Die Vermehrung dieser Zellen (Fig. 2 a) ist das Nächste; rings um sie solider geworden liefert das Körperparenchym eine Art Kapsel und der Hoden, die männliche Keimdrüse ist gebildet. Erst gleichzeitig mit dieser Vermehrung der Zellen und entschieden nach ihrem ersten Auftreten beginnt die Bildung des ausführenden Theils des männlichen Geschlechtsapparats, sofern dieser von aussen her jenen innern Organen entgegenwächst. Man bemerkt einen länglichen Zellenhaufen quer an jener Stelle des Gliedes liegend, an welcher später die sogenannte Tasche für den Penis gefunden wird. Indem dieser anfangs solide Haufen wächst, differenzirt sich Peripherie und Axe der Art, dass in jener die Zellen zu einer soliden Membran verschmelzen, in dieser eine Höhlung entsteht (Fig. 1 b und 2 b). Nunmehr beginnt vom Hoden aus, dessen Zellen, zum Theil jetzt schon gereift, ihren Inhalt, die Samenfäden, freizugeben beginnen, das Vas deferens angelegt, gewissermaassen ein durch das Sekret des Hodens gebahnter Kanal. Indem dieser Anfangstheil des Kanals, sackförmig aufgetrieben, sich erst zu der einen, dann zu der andern Seite wendet, erhält der Hoden mit ihm zusammen ein dreilappiges, kleeblattartiges Ansehen. Ohne dass man mit Bestimmtheit ein weitres Entgegenwachsen von der Tasche des Penis aus bemerken könnte, erreicht das Vas deferens diese, nunmehr durch deutliche Wandungen charakterisirt. Gleichzeitig erhält der kleine, papilläre Penis seine feinen, reihenförmig gestellten Stacheln und es entwickeln sich die Kreisfalten, welche die Geschlechtsgrube umgeben. Wir haben um diese Zeit neben den reifen Spermafäden im Hoden noch Zellen (Fig. 1 c und 2 c); das Sperma beginnt, nachdem es das Vas deferens gefüllt und ausgedehnt hat, sich in die taschenförmige Erweiterung, von welcher nur ein kleiner Theil vom retrahirten Penis in Anspruch genommen wird, zu ergiessen: Kurz, wir sehen die männliche Geschlechtsorganisation ihrer Höhe ganz nahe oder auf derselben, ohne dass die weibliche Entwicklung begonnen hätte.

Wenn wir nun die von diesem Augenblicke an auftauchenden Keime weiblicher Fortpflanzungsorgane in ihrem Verlaufe verfolgen, so erkennen wir eine sehr vollkommene Analogie.

Zuerst wird in einem Gliede auf der genannten Stufe männlicher Reife ein kleiner Zellenhaufen bemerkt (Fig. 1 d), welcher etwas weiter

nach vorn liegt, als der Hoden. Indem dieser sich ausbreitet, wächst ihm von der Geschlechtsgrube aus ein schmaler Strang entgegen, welcher sich zum Ausführungsgange, der Scheide, entwickelt (Fig. 1 d und 2 d). Vielleicht mit etwas grösserer Geschwindigkeit als für die männlichen Theile kommt nun in den folgenden Gliedern die Vollendung des Keimstocks und seine Vereinigung mit dem Ausführungsgang zu Stande. Auch der Keimstock erhält ein kleeblattartiges Ansehen. Es hat jedoch damit der Ausführungsgang nichts zu thun. Dieser verläuft bei geringerer Reife in einem einfachen Bogen und nur, wenn er später mit eingespritztem Sperma übermässig gefüllt ist (Fig. 2 e), schlängelt er sich. Da wo er mit dem Keimstock zusammenhängt, ist er schon vor der Einspritzung des Samens ein wenig ausgedehnt und enthält einige aus dem Keimstock ausgetretene Keime, und an dieser Stelle erfolgt die Begegnung der Samenfäden und der Keime. In den Keimkörnern oder Zellen, welche hier liegen, sind Kerne zu erkennen, sie entsprechen also dem Keimbläschen mit dem Flecke. Während die ganze Scheide, der Tasche des Penis entsprechend, von aussen nach innen gebildet sich darstellt, entstehen dem Vas deferens analog, welches seine Entwicklung vom Hoden her nahm, auch vom Keimstock aus neue Gebilde und diese, paarig entwickelt, geben mit dem Keimstock die dreilappige Figur. Es sind dies Ausstülpungen an jener Stelle des Keimstocks, welche mit der Scheide zusammentritt, und in ihnen bemerkt man schon vor diesem Zusammentreten Anhäufungen von aus dem Keimstock gelösten Eizellen. Es scheint, dass man diesen beiden Säcken zu gleicher Zeit die Funktion von Uterinhörnern, oder Reservoirs für die Eier, und von Dotterstöcken, oder Organen, welche weitre Stoffe zur Vollendung des Eies liefern, zuschreiben muss. Es lassen sich wenigstens keine mit ihnen in Verbindung stehende Drüsen oder Schläuche entdecken, welche wir als eigne Dotterstöcke ansehn könnten, und in den Säcken liegt eine reichliche molekuläre Masse, die Eier einbettend, deren Volumen hier rasch zunimmt.

Es hat unterdessen die höhere Entwicklung der weiblichen Genitalien die männlichen sehr beengt. In ihnen waren zunächst keine Samenzellen mehr kenntlich, sondern nur noch Haufen fertiger Samenfäden. Aber auch diese verschwanden aus den innern Partien immer mehr, sie fanden sich später nur noch im untern Abschnitte des Vas deferens und der Tasche und wurden auch hier allmälig sehr sparsam (Fig. 1 f). So lange noch die innern männlichen Organe zu erkennen sind, erscheinen sie mehr nach vorn und aussen verdrängt, so dass bei der Annäherung an den Grund der Tasche schon allein durch diese Lagerung der Abfluss der Samenelemente erleichtert wird. Diese deutliche Dekrescenz des männlichen Apparates bereitet den völligen Untergang vor. In dem vorletzten Gliede bereits (Fig. 1 g) ist keine Spur von Hoden, Vas deferens, Penis oder Sperma mehr zu entdecken und ein schmutziger verfetteter Rest, ein kleines Körneraggregat ist Alles, was von dem kurz vorher so

regen Leben übrig blieb. Die Wandungen der Tasche des Penis sind jedoch noch im letzten Gliede zu erkennen.

Auch in dem weiblichen Keimorgane hat die Vermehrung der Keime und mit ihr die räumliche Ausdehnung des Keimstockes selbst um jene Zeit aufgehört, als ein Uebertritt der Keime in die Uterinhörner und ein Wachsthum der einzelnen befruchteten Eier begann. So leert sich allmälig der Keimstock, kollabirt und verschwindet und von der Scheide, welche nur der Befruchtung, nicht der Geburt dient, bleibt nur ein strangartiger Rest zurück, der beschriebenen ersten Anlage vergleichbar (Fig. 1 g). Die ganze Thätigkeit des Gliedes ist nun auf die Förderung der Eier gerichtet und bei ihrem zunehmenden Umfang werden die Uterinhörner gewaltig ausgedehnt. Zuletzt verschwinden die Wandungen beider Säcke, das ganze Glied erscheint mit Eiern gefüllt (Fig. 1 h), der Prozess ist abgelaufen.

Die Vorgänge bei der Eibildung, welche ich bei einer Anzahl von Vogeltänien, z. B. der Waldschnepfe und auch der wilden Ente vollkommen der Beschreibung *Leuckarts* entsprechend wiederfand, lässt sich hier nicht mit gleicher Klarheit nachweisen. Es scheint nicht, dass hier jedes Keimbläschen sein bestimmtes Dotterquantum zugetheilt bekommt, dessen Reste nachher anhangend gefunden würden, und man ist im Stande, noch aus den letzten Gliedern Eier zu erhalten, welche auch aussen von keiner Eiweissschicht umhüllt sind (Fig. 5). Im Prinzip aber scheint es auch hier klar genug, dass das Keimbläschen den Theil des Eies bildet, welcher zum Embryo wird, alles Uebrige ist Nahrung und wird nur auf dem Wege des diosmotischen Austausches in Anspruch genommen. Natürlich ist die Eiweissschicht die letzte Mitgift des Eies. Hier wird dieselbe ganz besonders spät secernirt und erfüllt neben der Bestimmung, an der Ernährung Theil zu nehmen, noch eine andre Funktion.

Es gelangen nämlich in dieser Tänienart die Eier niemals im Innern der Glieder zur Reife. Das Glied platzt zuvor und die Eier werden in den Darmkanal des Wohnthiers entleert. Sie zeigen um jene Zeit noch keinen entwickelten Embryo, sondern nur, in fast hyaline, mit sparsamen Molekulen durchsetzte, Masse eingebettet, einen ovalen centralen Haufen von Körnern oder kleinen Zellen.

Durch die umfängliche Eiweissschicht, welche nur die blossen Schalen umgiebt, werden sämmtliche Eier eines Gliedes zusammengehalten. Sie bilden eine ziemlich lange Eierschnur, eine Art Laich, welcher am meisten an den der Schnecken erinnert. Zwischen den klareren Eiweissmassen erkennt man dunklere Molekule, so dass die Grenzen jedes Eies deutlich bleiben und die ganze Schnur ein zelliges Ansehen erhält. Diese Laichmassen (Fig. 3) fanden sich in grösserer Anzahl im Darm der Ente, so dass man nicht umhin kann anzunehmen, dass sie noch einige Zeit dort verweilen. Ihre weissliche Farbe, ihre Grösse, ihre gestreckte Gestalt geben ihnen für das blosse Auge ein den Tänien selbst ähnliches

Ansehen. Es ist bisher eine solche Laichbildung wohl noch nicht bei einer Tänie beschrieben worden. Zwar erwähnt *Dujardin*[1]) eine perlschnurförmige Anordnung der Eier im Innern eines Gliedes, es kann dies Verhalten jedoch auf keine Weise mit meiner Beobachtung zusammengeworfen werden.

Erst in den zur Schnur vereinigten, im Darme freien Eiern gelangt der sechshakige Embryo zur Reife. Man findet in derselben Gruppe reife und unreife Eier neben einander. In einigen der letztern haben die Embryonen noch keine Spur der Haken, in andren erst die feinen, eben angelegten Spitzen derselben. Die reifen Embryonen dagegen haben zwei Paar plumpere seitliche und ein Paar schlankere mittlere Haken, zu deren Wurzel und Zahnfortsätzen besondre muskulöse Streifen hintreten. Im Uebrigen zeigt der Körper eine umhüllende, faltige Haut und in ihr ein zelliges Parenchym, in welches kleine Häufchen von Molekulen eingestreut sind (Fig. 6).

Man könnte denken, dass durch diese Eischnurbildung einerseits ein längeres Verweilen der Eier im Darme nach dem Grundsatze »Viribus unitis« und so die Vollendung der Embryonalentwicklung am geeigneten Orte mehr gesichert wäre; andrerseits auch, dass durch dieselbe die Uebersiedlung der Embryonen in ein neues Wohnthier weniger vom Zufall abhängig würde, indem eine solche zusammenhängende Eiermasse, dem Auge wahrnehmbar, leicht absichtlich als Nahrung verschluckt werden kann.

Ich habe bei dieser Tänie nicht Gelegenheit gehabt, den Akt der Befruchtung selbst wahrzunehmen. Von einer innern Befruchtung ohne Copula kann den Einrichtungen nach keine Rede sein. Das Vas deferens mündet nur durch die Oeffnung des Penis nach aussen und da im Eingange der Scheide deren Wände einander dicht anliegen, so ist ein einfaches Ueberfliessen der Samenfäden auch nicht denkbar. Ueberdies trägt in den hintern Gliedern der Penis deutliche Spuren des stattgefundenen Gebrauches; seine Spitzen sind zum Theil verloren, er ist welk geworden, aber er geht erst in dem allgemeinen Schwunde der männlichen Geschlechtstheile mit verloren. Es findet also ohne Zweifel eine Begattung statt. Diese ist nun bekanntlich bei mehreren Cestoden, so von *van Beneden* und *Leuckart*, als Selbstbegattung eines Gliedes beobachtet worden. Diese Möglichkeit erscheint allerdings durch das ungleiche Alter der beiden Geschlechtsapparate eines Gliedes keineswegs ausgeschlossen. Denn erstens muss das Sperma vollständig gereift und massenhaft angehäuft sein, ehe eine Uebertragung stattfinden kann; zweitens müssen gleich die ersten gereiften Keime Sperma in der Scheide, oder deren als Samentasche, der innern Samentasche der Trematoden entsprechend, zu bezeichnenden mechanisch zu Stande gekommenen Erweiterung vorfinden, falls sie nicht verloren gehen sollen. Das übrige Sperma bleibt dann

1) L. c. pag. 609.

an dieser Stelle kräftig bis zu der Ablösung der letzten Eizellen. Ueberhaupt müssen wir die Höhe weiblicher Geschlechtsthätigkeit in der Reifung der Keime, nicht in der Vollendung der Eier suchen. Letztere gehört der allgemeinen Ernährung an und tritt ja hier zuletzt sogar unabhängig von der Proglottis ein.

Auf der andern Seite aber findet keineswegs diese Selbstbefruchtung ausschliesslich statt. Ich habe am Mittelmeer bei Tetrabothrium auriculare aus Mustelus vulgaris die Copulation eines Gliedes mit einem andern beobachtet. Es war nur der Penis des einen Gliedes in das andere immittirt. Die beiden Glieder waren durch wenige Zwischenglieder getrennt. Es ist klar, dass geringe Differenzen in der Entwicklungsfolge der männlichen und weiblichen Apparate mehr Wahrscheinlichkeit für die eine oder die andre Möglichkeit bieten. Nur wo der der Befruchtung günstigste Zeitpunkt für beide Apparate in demselben Gliede zusammenfällt, wird die Selbstbefruchtung den Vorrang behaupten, und es wird dies natürlich um so eher erwartet werden können, je geringer die Gliederzahl des einzelnen Cestoden ist.

Für die Einzelnheiten der Anatomie und Physiologie der Cestoden dürfen überhaupt nicht zu rasch allgemeine Sätze aufgestellt werden.

Erklärung der Abbildungen.

Figur 1. Taenia microsoma Creplin?
a–h. Die letzten 8 Glieder mit den verschiedenen Stufen geschlechtlicher Entwicklung.

Figur 2. *a–e*. Fünf schematisch gezeichnete Glieder, Entwicklungsstufen darstellend, welche zwischen jene der Figur 1 fallen.

Figur 3. Die freie Eierschnur.
Figur 1–3 sind 100fache Vergrösserungen.

Figur 4. Einer der Kopfhaken der Tänie 600mal vergrössert.

Figur 5. Ein unreifes Ei aus dem 21ten Glied 300mal vergrössert.

Figur 6. Ein Ei aus der Eierschnur mit dem reifen sechshakigen Embryo 300mal vergrössert.

---

zed by Googl

Ueber die wahre Natur der Dotterplättchen.

Von

Dr. Ludw. Radlkofer in München.

Die Entdeckung von Krystallen eines proteinartigen Körpers[1]) in den Zellkernen von Lathraea Squamaria (einer Schmarotzerpflanze aus der Familie der Orobancheen) veranlasste mich zu einer vergleichenden Untersuchung all der Fälle, in welchen eine natürliche oder künstlich bewirkte Absonderung von Proteinstoffen unter bestimmten Formen bekannt geworden war. Hieher zählen die vielbesprochenen, von *K. B. Reichert*[2]) entdeckten Haematokrystallin-Krystalle, um deren nähere Kenntniss sich namentlich *Lehmann*[3]) so sehr verdient gemacht hat, und die Aleuron-Körner und Aleuron-Krystalle *Hartigs*[4]), welche, wie das Amylum, zu den in Samen- und anderen Pflanzentheilen mit ruhender Vegetation aufgespeicherten Reserve-Nahrungsstoffen gehören.

Ich habe über das gegenseitige Verhalten dieser Körper auf der Naturforscherversammlung in Karlsruhe berichtet[5]) und den bei Lathraea vorkommenden, um seine Aehnlichkeit mit dem Hämatokrystallin und seine Verschiedenheit vom Aleuron auch durch die Bezeichnung festzuhalten, vorläufig Phytokrystallin genannt.

Gelegentlich dieser Mittheilung wurde ich von Herrn Staatsrath *Fritsche* aus Petersburg auf eine weitere — wie der Ausdruck lautete — dem Amylum der Pflanzen analoge Ablagerungsform eines Proteinkörpers in den Eiern von Fischen und Amphibien d. i. auf die Dotterplättchen aufmerksam gemacht, welche in jüngster Zeit für *Valenciennes* und *Frémy*[6]) den Gegenstand eingehenderer chemischer Untersuchungen gebildet haben.

1) Proteinartig in Rücksicht auf sein Verhalten gegen Reagentien. Um ihn mit vollem Rechte schlechtweg als Proteinkörper bezeichnen zu können, ist vorerst eine Elementaranalyse desselben zu ermöglichen.
2) *K. B. Reichert* in *Müller's* Archiv, 1847, p. 197.
3) *F. C. G. Lehmann* physiologische Chemie 1853, und Zoochemie 1858.
4) *Th. Hartig* in Bot. Zeit. 1855. No. 50, 1856 No. 15; ferner in dessen Entwicklungsgeschichte des Pflanzenkeimes, Leipzig 1855.
5) Tagblatt der Naturforscherversammlung in Carlsruhe (1858) p. 27.
6) Comptes rend. XXXVIII. (1854) p. 469, 525, 570; Annales de chimie et de phys. 3me sér. t. I. (1857) p. 129.

Diese Dotterplättchen haben schon vielfach das Interesse der Physiologen auf sich gezogen. Um hier nur von denjenigen zu sprechen, welche sie nicht bloss wahrgenommen hatten, sondern auch bestrebt waren, ihre Natur aufzuhellen, so wurden sie von *J. Müller*[1]) ob eigenthümlicher Absonderungslinien in ihrem Inneren den Stärkemehlkörnern der Pflanzen und deren Ablagerungszonen verglichen, übrigens zweifelhaft gelassen, ob es Zellen oder solide Massen seien. *Bergmann*[2]) spricht ihnen die Zellennatur mit Bestimmtheit ab. *C. Vogt*[3]) hielt sie für Ablagerungen eines ziemlich festen Fettes, für »Stearintäfelchen«, mehr oder minder quadratisch, mit abgestumpften Ecken und Kanten. *Remak*[4]) hielt sie gleichfalls für Fett, umschlossen von einer durchsichtigen Hülle, und von geschichtetem Bau. *R. Virchow*[5]) widerlegt die Angaben dieser beiden Forscher und findet es für wahrscheinlich, dass die Dotterplättchen dem Hauptheile nach aus einem eiweissartigen Körper (Paravitellin) bestehen. *Valenciennes* und *Frémy*[6]) endlich stimmen mit *Virchow* darin überein, dass die Dotterplättchen im Allgemeinen eiweissartige, wir wollen lieber sagen proteinartige Körper seien, sie finden jedoch, dass diese Plättchen bei verschiedenen Thieren aus verschiedenen Stoffen bestehen, welchen sie ihres eigenthümlichen Verhaltens halber besondere Namen geben.

Die Substanz der Dotterplättchen bei den Knorpelfischen heisst ihnen Ichthin. Die Ichthin-Plättchen sind unlöslich in Wasser, und lassen sich so von dem übrigen Theile des Eies leicht trennen und in genügender Menge für eine Elementaranalyse sammeln. Die Analyse ergab in 100 Theilen 51,0 C; 6,7 H; 15,0 N; 1,9 P; 25,4 O. Schwefel schienen sie nicht zu enthalten. Die elementäre Zusammensetzung ist also der der bekannten Proteinkörper ausserordentlich ähnlich. Beim Verbrennen hinterlässt das Ichthin eine kaum wahrnehmbare Quantität Asche.

Die Dotterplättchen der Knochenfische unterscheiden sich von den Ichthin-Plättchen durch ihre Löslichkeit in Wasser. Dieser Umstand vereitelte die Reingewinnung und Analyse dieser Substanz. Zum Unterschiede vom Ichthin wird sie Ichthidin genannt. Zu ihrer Untersuchung wurden namentlich Karpfeneier benutzt, welche jedoch, wie auch die Eier der meisten anderen Knochenfische, im vollkommen reifen Zustande keine Ichthidin-Plättchen mehr enthalten.

Die Dotterplättchen der Schildkröten sind wieder unlöslich in Wasser, unterscheiden sich aber vom Ichthin darin, dass sie sich in ver-

1) *J. Müller*, über den glatten Hai des Aristoteles. Abhandlungen d. Akad. z. Berl. 1840. p. 221.
2) *Müller's* Archiv 1841. p. 89.
3) *C. Vogt*, Entwicklungsgeschichte der Geburtshelferkröte. Solothurn 1842. p. 2 u. 3.
4) *R. Remak* in *Müller's* Archiv 1852. p. 151.
5) *R. Virchow* in *Froriep's* Notizen 1846. Mai. No. 825, und in *v. Siebold* und *Köllik.* Zeitschr. f. wiss. Zoologie Bd. IV. Heft 2. (1852) p. 236.
6) a. a. O.

dünntem wässerigem Kali sogleich (nicht langsam) lösen und dass sie in Essigsäure (statt sich zu lösen) nur aufschwellen. Sie werden als Emydin bezeichnet. Ihre Analyse ergab 49,4 C; 7,4 H; 15,6 N; 27,6 O u. P.

Die Dotterplättchen der Frösche endlich bestehen wieder aus Ichthin.

Valenciennes und *Frémy* haben sich ferner in Hinsicht auf die regelmässige, tafelförmige, rektanguläre oder ovale Gestalt der Dotterplättchen, welche constant in jeder Species, aber verschieden bei verschiedenen Species ist, die Frage vorgelegt, die auch *C. Vogt* schon vorgeschwebt zu haben scheint, ob diese Körperchen nicht etwa kleine Krystalle seien. Ihre Antwort darauf lautet wie folgt: Bien que nos observations (über die chemischen Eigenschaften?) aient suffisamment éloigné les doutes à cet égard, nous avons eu recours à l'obligeance de *M. de Senarmont*, qui a bien voulu examiner nos granules au moyen de l'appareil de polarisation. Cet examen lui a prouvé, comme à nous, que les granules d'Ichthine ne sont pas cristallisés.

Was meine eigenen Untersuchungen betrifft, so beziehen sich dieselben auf die Ichthidinplättchen des Karpfeneies im unreifen Zustande, so wie es im Monate Oktober und November, also ein halbes Jahr vor der Laichzeit dieses Fisches zu haben ist. Rücksichtlich des chemischen Theiles stimmen die Resultate, welche ich erhielt, im Allgemeinen mit der Ansicht *Virchow's* und *Valenciennes's* über die Proteinnatur der fraglichen Gebilde überein; wohl aber weichen sie im Einzelnen wesentlich von den Angaben *Virchow's* ab, was vielleicht darin mit seinen Grund hat, dass dieser Forscher nicht immer genau specialisirt, für welche der von ihm benutzten Thierarten (Frösche, Kröten, Tritonen und Karpfen) jede einzelne der angegebenen Reaktionen gilt.

Ich halte es nicht hier für am Platze, diese Abweichungen hervorzuheben, da das Detail meiner Untersuchungen in einer besonderen, demnächst zu edirenden Abhandlung über die ganze Reihe der in dieser Notiz berührten Fälle von Ablagerung proteinartiger Körper in Krystallgestalt seine Exposition finden soll. Auf diese Abhandlung verweise ich deshalb bezüglich aller Einzelheiten und rücksichtlich der näheren Begründung des hier Gesagten.

Für jetzt will ich nur auf die von *Valenciennes* und *Frémy* aufgeworfene und negativ beantwortete Frage über die Krystallnatur der Dotterplättchen etwas näher eingehen.

Meine Untersuchungen nöthigen mich, den genannten Forschern in diesem Punkte direkt zu widersprechen. Die Beobachtungen, welche mich zu dem Ausspruche veranlassen, dass die Dotterplättchen (des Karpfen) Krystalle sind, beziehen sich zwar nicht unmittelbar auf dasselbe Objekt, wie die von *Valenciennes*, *Frémy* und *de Senarmont*, d. h. nicht auf die Ichthinplättchen der Knorpelfische, sondern auf die Ichthidinkörperchen eines Knochenfisches; bei der grossen Uebereinstim-

mung in der äusseren Erscheinung und in den Verhältnissen des Vorkommens scheint aber kaum erwartet werden zu können, dass in Rücksicht auf die innere Natur der beiderlei Objekte, in Rücksicht auf ihre Struktur, eine Verschiedenheit obwalten werde.

Betrachtung möglichst regelmässig entwickelter Dotterplättchen unter wiederholter Veränderung ihrer Lage, in verschiedenen Medien und bei wechselnder Beleuchtung zeigt, dass dieselben im Allgemeinen rektanguläre Täfelchen sind mit abgestumpften (nicht abgerundeten!) Kanten. Häufig sind auch ein, zwei oder mehrere Ecken des Rektangulums abgestumpft, so dass dasselbe als ungleichseitiges 5—8 Eck erscheint. Wir wollen bei dem einfacheren Falle bleiben. In diesem lässt sich, wenn man den längeren geraden Durchmesser des Rechteckes parallel der krystallographischen Hauptaxe annimmt, das Plättchen als hervorgegangen betrachten aus einem rhombischen Prisma durch Combination mit dem makrodiagonalen Flächenpaare und einem makrodiagonalen Doma (und bei abgestumpften Ecken noch weiter auch mit einem brachydiagonalen Doma). Häufig scheint auch noch das brachydiagonale Flächenpaar hinzuzukommen. Die Durchmesser nach den 3 Dimensionen des Raumes wechseln sehr in ihrem gegenseitigen Verhältnisse; zuweilen sind sie einander nahezu gleich.

Die äussere Gestalt unserer Dotterplättchen ist somit die eines mehr oder minder regelmässig entwickelten Krystalles. Sie gehören allem Anscheine nach dem rhombischen Krystallsysteme an.

Unter dem Einflusse von Druck, beginnender Verdunstung, unter dem Einflusse ferner verschiedener Medien und namentlich lösender treten in dem Krystalle Spaltungslinien in verschiedenen, aber bestimmten und gleichmässig bei verschiedenen Krystallen sich wiederholenden Richtungen auf, häufig eine Art unvollkommenen Blätterdurchganges darstellend. Nach diesen Linien trennt sich das Plättchen alsbald in mehrere, wieder gesetzmässig begrenzte Stücke. Es leuchtet ein, dass diese Absonderungslinien, welche aber immer erst im Gefolge äusserer Eingriffe wahrgenommen werden, es sind, welche zur Annahme concentrischer Schichtung und zur Vergleichung der Dotterplättchen mit den Amylumkörnern Veranlassung gegeben haben.

Was das Verhalten im polarisirten Lichte betrifft, so stehen meine Erfahrungen an den Dotterplättchen des Karpfen den Angaben der französischen Beobachter über die Dotterplättchen der Knorpelfische, welche doch gleich vollkommene Krystallgestalt besitzen sollen, diametral entgegen, und machen es mir höchst wahrscheinlich, dass diese Angaben auf ungenaue Untersuchungen basirt sind.

Der oben angeführte Ausspruch der genannten Forscher, dass die Dotterplättchen keine Krystalle seien, muss als gleichbedeutend damit gelten, dass sie nicht auf das polarisirte Licht wirken. Bekanntlich sind alle Krystalle, welche nicht zum tesseralen Systeme gehören, doppelt

brechend, und wirken so bei gehöriger Lage ablenkend auf den polarisirten Lichtstrahl. Da nun die Dotterplättchen ihrer Form nach nicht dem tesseralen Systeme angehören können, so forderte man von ihnen, sollten sie für Krystalle gelten, dass sie sich als doppelt brechend erwiesen.

Das thun sie aber in der That (wenigstens beim Karpfen), und in Rücksicht darauf können wir uns hier die Erörterung der Frage ersparen, in wie fern das Vorhandensein doppelter Brechung berechtiget, einen Körper für krystallisirt anzusehen, in wie fern ihr Fehlen das Gleiche wehren kann. Freilich treten bei den Dotterplättchen die Erscheinungen, welche von ihrem Vermögen doppelt zu brechen Kunde geben, nicht in der glänzenden Weise auf, in der man sie namentlich bei mineralischen Krystallen zu sehen gewohnt ist. Es ist vielmehr nothwendig, die Beleuchtung des Objektes auf's Sorgfältigste zu moderiren und das Auge erst für das dunkle Gesichtsfeld sich accomodiren zu lassen, um sie nicht zu übersehen! So aber erscheinen bei gekreuzten Nicol die Dotterplättchen milchweiss (nicht glänzend, sondern matt) auf dunklem Grunde für den Fall, dass die Richtung der auf der Kante liegenden Plättchen oder die geraden Rechtecksdurchmesser auf der breiten Fläche liegender Täfelchen mit den rechtwinklig auf einander stehenden Schwingungsebenen der Nicol (resp. mit den horizontal gedachten Diagonalen ihrer rhombischen Endflächen) einen Winkel von 45^0 oder nahezu einen solchen machen. Am deutlichsten tritt die Erscheinung an den auf der Kante liegenden Plättchen zu Tage und hier steigert sich die Helligkeit oft bis zum glänzenden Perlmutterweiss; hinreichend deutlich ist sie auch an den grösseren und dickeren der flach liegenden; für die dünneren dagegen ist sie meist nicht wahrnehmbar. Auch lässt der erste Blick häufig deshalb unbefriedigt, weil oft, was kaum glaublich erscheint, von der Unzahl von Plättchen, welche dicht an einander gedrängt das Gesichtsfeld überlagern, nicht e i n e s in der erforderlichen Lage (gegen die Schwingungsebenen der Nicol) sich befindet. Drehen des Objektes lässt hier das gesuchte Resultat meist leicht erzielen. Auch dadurch lässt sich übrigens nicht an j e d e m, gemäss seiner Dicke geeignet scheinenden Plättchen die gewünschte Wahrnehmung machen. Wahrscheinlich hängt das von der jeweiligen Richtung der optischen Axen ab. — Bei paralleler Stellung der Nicol zeigen nur die dicksten der Plättchen einen rauchbraunen Ton im hellen Gesichtsfelde. Durch Einschiebung von Glimmerblättchen verschiedener Dicke lassen sich, wenn auch nicht brillante, so doch sehr artige Farbenerscheinungen hervorrufen. Was noch anzuführen übrigt, ist, dass bei einer vollkommenen Kreisdrehung des Objektes jedes Plättchen in vier verschiedenen Lagen hell im dunklen Gesichtsfelde erscheint, somit sich durchaus den doppelt brechenden, nicht etwa einem einfach brechenden und einfach polarisirenden Körper analog verhält.

Mehr noch als die hiemit erwiesene doppelte Brechung der Dotterplättchen, mehr als das Vorhandensein von bestimmten Spaltungsrich-

tungen, mehr als die regelmässigste Krystallgestalt derselben beweist übrigens ihre Krystallnatur der Umstand, dass es mir geglückt ist, dieselben umzukrystallisiren.

Mechanische Einwirkungen, Druck und Reibung durch Hin- und Herschieben des Deckgläschens auf der Masse der aus der Eihülle hervorgepressten Dotterplättchen machen dieselben zunächst in Stücke zerspalten und in molekuläre Massen zerfallen, und endlich scheinen sie sich in der Mutterlauge, in welcher sie eingebettet waren (einer eiweissartigen dickflüssigen Substanz) wieder zu lösen. Wird das unter gleichzeitiger Beimengung von fettem Oele (Mandelöl) bewerkstelligt, welches an und für sich die Krystalle nicht verändert, so erhält man eine Art Emulsion, Tropfen und Inseln der eiweissartigen Mutterlauge sammt den darin zerflossenen Krystallen und beigemengten Dotterzellen, umgeben von einer Oelschichte. Nach mehreren Tagen scheiden sich an den Grenzen von Oel und Eiweissmasse und durch das ganze Innere dieser verschieden geformte Krystalle ab, deren Zugehörigkeit zum rhombischen Systeme meist unzweifelhaft ausgesprochen ist: längere und kürzere Prismen mit rechtwinklig oder schief aufgesetzten Endflächen, im letzteren Falle vielmehr lange, schmale, schief abgeschnittene Platten darstellend, oft kurz und dick, kissen- oder ballenartig und häufig dann wieder mit abgestumpften Ecken und Kanten, sehr spitzwinklige regelmässig rhombische Tafeln, ungleich sechsseitige und anscheinend aus diesen durch Unterdrückung zweier gegenüberliegenden Seiten entstandene rhomboidische Tafeln, ferner dreieckige Tafeln mit abgestumpften Ecken, den tonnenförmigen Krystallen der Harnsäure ähnliche Formen und so fort.

Diese in den verschiedensten Richtungen über einander angeschossenen Krystalle verhalten sich gegen das polarisirte Licht ganz eben so wie die Dotterplättchen. Für die spitzig rhombischen Formen tritt das Maximum der Helligkeit ein, wenn die Halbirungslinien ihrer Winkel 45° mit den Schwingungsebenen der Nicol machen, für die rechtwinklig abgeschnittenen Prismen bei entsprechender Lage ihrer geraden Durchmesser.

Entfernt man das Deckglas und wäscht das Oel mit Alkohol und Aether ab, so bleiben die Krystalle zurück. Sie haben nun einen gelblichen Schein gewonnen, die Schärfe ihrer Kanten theilweise verloren und verhalten sich durchaus wie mit Alkohol und Aether behandelte Dotterplättchen. Beide Agentien, wie ich im Widerspruche mit den Angaben *Virchow's* anzuführen habe, coaguliren nämlich die Substanz der Dotterplättchen, d. h. machen sie unlöslich für die vorher (ohne Zersetzung) lösenden Mittel. Die Identität der neu entstandenen Krystalle mit den Dotterplättchen von ehedem geht unter Anderem daraus unzweifelhaft hervor, dass sie sich durch Jodlösung (in Jodkalium) gleich den durch Alkohol coagulirten Dotterplättchen intensiv gelb färben ohne sich zu lösen (nicht coagulirte Dotterplättchen lösen sich darin alsbald nachdem sie vorerst gelb geworden sind) und dass sie sich durch das *Millon*'sche Rea-

Digitized by Google

gens nach einigen Minuten intensiv ziegelroth und später noch reiner roth färben, gleichwie die Dotterplättchen.

Diesem Verhalten gegenüber fällt jeder Verdacht hinweg, dass die neu aufgetretenen Krystalle in ungewöhnlichen Formen aus dem Oele ausgeschiedene Fettkrystalle sein möchten, oder die auskrystallisirten Salze des Eies, welchen Gedanken schon die Menge der neu angeschossenen Krystalle kaum aufkommen liesse. Es bleibt nichts übrig, als anzunehmen, dass entweder die vorher in Form von Täfelchen abgesonderte Substanz, oder die flüssige Eiweissmasse auskrystallisirt sei. Für den letzteren Fall müssten beide Substanzen ihre Rolle getauscht haben, was anzunehmen Nichts einen Grund giebt.

Es ist somit erwiesen, dass die Substanz der Dotterplättchen im Karpfenei krystallisationsfähig ist, und dadurch ist die Annahme sicher gestellt, dass die krystallgestaltigen Dotterplättchen wirkliche Krystalle einer proteinartigen Substanz, — wenn wir uns der Terminologie von *Valenciennes* und *Frémy* anschliessen wollen — Ichthidin-Krystalle sind.

Suchen wir uns Rechenschaft zu geben von den günstigen Umständen, welche in der berichteten Weise das Ichthidin zum Umkrystallisiren brachten, so scheinen sie einfach darin zu bestehen, dass die in der Mutterlauge zerflossene Masse vor schneller Verdunstung durch eine Oelschichte geschützt ward. Es wird diess noch wahrscheinlicher gemacht dadurch, dass ich ein ähnliches Resultat erhalten habe, indem ich eine ähnliche Schutzdecke gegen rasche Verdunstung durch Hühnereiweiss bildete.

München, den 16. Nov. 1858.

Ueber Kopfkiemer mit Augen an den Kiemen.

Von

A. Kölliker.

Schon im Jahre 1842 kam mir in Neapel ein kleiner Kopfkiemer unter die Augen, der an seinen Kiemen 8 zusammengesetzte Sehorgane trug. Leider war es mir damals, da ich gerade mit der Verfolgung der Entwicklung der Cephalopoden beschäftigt war, nicht möglich, diese interessante Annelide, von der ich ohnehin nur Ein Individuum erhalten hatte, näher zu verfolgen, und unterliess ich es daher, etwas über dieselbe zu veröffentlichen. Im vorigen Herbste nun (1857), fand ich an der Küste von Schottland in der Lamlashbay der Insel Arran, wo mir durch die gütige Unterstützung von Prof. *Carpenter* die Gelegenheit wurde, die Meerfauna mit Hülfe des Schleppnetzes zu erforschen, einen zweiten Kopfkiemer mit Augen an den Kiemen, den ich anfänglich für ebenso neu hielt, als den erstbeobachteten. Später jedoch, als ich bei meinem Freunde *Allen Thomson* das seltene Werk von *Sir John Graham Dalyell*: »The powers of the Creator, displayed in the creation or Observations on life amidst the various forms of the humbler tribes of animated nature with practical comments and illustrations Vol. I, 1851, Vol. II, 1853 (Posthumous), Quarto, John van Voorst, Paternoster Row, London« eingesehen, überzeugte ich mich, dass *Dalyell* meine Annelide schon gesehen und Vol. II, pag. 226—245, Pl. XXXI, XXXII, XXXIII unter dem Namen A m p h i t r i t e b o m b y x, wenn auch nicht gerade gut doch erkennbar abgebildet und beschrieben hat. Da *Dalyell's* Werk in Deutschland kaum bekannt ist, so will ich mir nun zuerst erlauben, das Wichtigste aus seiner Schilderung anzuführen.

Nach *Dalyell* lebt die Amphitrite bombyx, deren Länge zu 3" oder etwas mehr angegeben wird, in einer zarten R ö h r e von »gluten like silk, without earthly particles«, welche horizontal an verschiedenen fremden Körpern, Steinen, Muschelschalen etc. festgeheftet ist. Die K i e m e n bestehen aus gegen 60 Strahlen von etwa ⅛ der Länge des Thierkörpers.

Vorn am Körper hinter den Kiemen sitzt eine weissliche Randkrause und auf jeder Seite des Körpers eine Reihe von kurzen steifen Borsten, jede mit einem schwarzen Fleck an der Basis. Eine Furche beginnt in einiger Entfernung von dem vordern Randsaume und verläuft an der Bauchseite weiter, und innerhalb des Randsaumes ist der Basaltheil der Kiemen, welcher weiss erscheint, von einer Reihe von sehr dunklen Linien umgeben.

Die Kiemenstrahlen sind halbmondförmig angeordnet wie die der Cristatella und gefiedert. An ihnen findet sich eine gewisse Zahl von gefärbten Stellen (coloured spots), neben welchen mehrere Paare von eigenthümlich geformten platten durchsichtigen Organen gelegen sind. Diese Organe besitzen ein gewisses Vermögen sich zusammenzuziehen und wieder auszudehnen und stehen gegenüber den Nebenstrahlen der Kiemenfaden an der äussern oder hintern Seite der letztern. In der Mitte des von den Kiemenstrahlen gebildeten Ringes gehen vom Kopfende zwei starke spitze Fühler aus, welche Organe ebenfalls contractil sind und das Vermögen besitzen, fremde Körper aus dem Bereiche der Kiemen heraus auf den Rücken des Thieres zu bringen.

Diess ist das Wichtigste der anatomischen Beschreibung *Dalyell's*. Ausserdem sagt er nun noch, dass die Amphitrite bombyx ein schüchternes Thier sei, welches das Licht schwer ertrage, ferner dass dieselbe die Kiemen und die Röhre leicht reproducire und auch mit weissen Kiemen vorkomme. Von seinen Abbildungen stellen Tab. XXXI. Fig. 1 und 2 ganze Thiere dar; Fig. 3 und 5 Kiemenstrahlen mit zwei Reihen Pigmentflecken ohne die Nebenorgane; Fig. 6 einen Kiemenstrahl mit den Pigmentflecken und den Nebenorganen. Auf Tab. XXXII ist in Fig. 1—13 dieselbe Annelide dargestellt, zum Theil in Reproduction der Kiemen begriffen, und auf Tab. XXXIII findet sich ein Individuum vergrössert gezeichnet und andere in natürlicher Grösse, von denen einzelne nur wenige Kiemenstrahlen, selbst nur 8 und 19 besitzen, und wahrscheinlich in Regeneration begriffene sind.

Diese Mittheilungen *Dalyell's* kann ich nach einigen Seiten ergänzen, doch habe ich zu bedauern, dass mir während meines kurzen Aufenthaltes in Arran keine Musse blieb, um auch die innere Organisation des Thieres zu untersuchen. Was das Aeussere der fraglichen Annelide betrifft, die ich mit dem Namen Branchiomma Dalyellii bezeichnen will, da dieselbe auf jeden Fall eine neue Gattung darstellt, so waren die grössten von mir gefundenen Exemplare $2\frac{1}{2}''$ gross, doch messen die meisten nur $1\frac{1}{2}$—$2''$, von welchen Grössen etwa $\frac{2}{3}$ auf den Körper, $\frac{1}{3}$ auf die Kiemen kommt. Der leicht abgeplattete aber doch dicke (Breite $2\frac{1}{2}'''$, Dicke $2'''$) Körper bestand bei den längsten aus 55 Gliedern und war im Allgemeinen braunröthlich von Farbe, jedoch mit verschiedenen Nüancen bald mehr ins Bräunliche bald ins Gelbrothe spielend. Alle Ringe tragen Haken- und Haarborsten und auf jeder Seite einen braunen Pigment-

fleck zwischen den beiderlei Borsten. An den 7 ersten Ringen sitzen die Hakenborsten an der Bauchfläche und die Haarborsten an der Rückenseite des Randes, der durch die Linie der Pigmentflecken bezeichnet wird, an den folgenden Ringen ist die Lage der beiderlei Borsten umgekehrt, ein Wechsel, auf den schon *Grube* (Zur Anat. der Kiemenwürmer, 1838, pag. 25) bei Sabella aufmerksam gemacht und der nach ihm auch den Serpulen (pag. 64) und nach *Huxley* auch Protula zukommt (Edinb. New Phil. Journ. Jan. 1855, pag. 7). Die Hakenborsten sitzen in einfachen Querreihen auf weisslichen Stellen, die an den ersten Ringen eine Länge von 1‴ und mehr erreichen, so dass dieselben weit gegen die Mittellinie des Bauches gehen, weiter rückwärts dagegen an Länge immer mehr abnehmen und am grössten Theile des Körpers nur ungefähr $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{8}$‴ lang sind. Die Form anlangend so sind diese Haken am festsitzenden Theile kolbig angeschwollen und noch in einen horizontalen konischen Fortsatz verlängert, am freien Ende stark hakenförmig gekrümmt und spitz, und am convexesten Theile gestreift oder schwach gerieft. Die Haarborsten bilden einfache compacte Büschel und sind ebenfalls vorn länger. Das Ende der einzelnen Stacheln ist einseitig lanzettförmig verbreitert, hier auch deutlich längsstreifig und dann in eine feine Spitze ausgezogen. — Die Pigmentflecken, die ich jedoch nur an Spiritusexemplaren untersuchte, sind keine Augen, sondern rühren nur von stark pigmentirten cylindrischen Epidermiszellen unter der Cuticula her.

Das Kopfglied trägt zwei Kiemenbüschel und hinter denselben eine ziemlich starke hellere Randkrause oder Randfalte. Letztere besteht aus zwei Hälften, welche am Bauche in der Mittellinie mit gerade abgeschnittenen Rändern aneinanderstossen und hier auch je einen braunen Pigmentfleck besitzen, an der Rückenseite dagegen wie mit zwei Taschen enden, die halbmondförmigen Klappen gleichen. Ausser dem Pigmentfleck, an dem ich an Spiritusexemplaren ebenfalls keinen lichtbrechenden Körper finden konnte, trägt diese Randkrause auch noch einen seitlichen Pigmentfleck, der als der vorderste der seitlichen Linie von Pigmentflecken erscheint. — Die Kiemen sitzen innerhalb der beschriebenen Randkrause scheinbar auf einer einzigen gebogenen an der Rückenfläche offenen Platte. Bei genauerem Zusehen ergiebt sich jedoch, dass diese Platte an der Bauchseite durch eine Einkerbung in zwei getheilt ist, so dass, da auch in jeder Hälfte ein besonderer Basalknorpel sich findet, füglich von zwei Kiemenplatten gesprochen werden kann. Jede derselben geht von der untern Mittellinie, wo sie, wie gesagt, dicht aneinanderstossen, bogenförmig nach der Rückenseite herum und ist am Ende leicht dütenförmig eingerollt. Die Höhe (Länge) der Platte beträgt am Bauche etwa 1 — 1$\frac{1}{2}$‴, an der Rückenseite dagegen etwas weniger und hier finden sich auch an den Enden derselben stets unentwickelte Kiemenstrahlen. Von Farbe sind diese Kiemenplatten weisslich, doch tragen sie an der convexen äussern Seite nahe an ihrem Anheftungs-

punkte eine bräunliche Querlinie und am vorderen Rande, da, wo die Kiemenstrahlen von ihnen entspringen, immer zwischen den Basen zweier Strahlen je einen länglichen braunen Fleck. Jede Kiemenplatte enthält im Innern eine schöne Knorpelplatte mit grossen hübschen Zellen wie die, die ich von Sabella beschrieb (Würzb. Verh. VIII, p. 113), und in dem von ihnen umgebenen trichterförmigen Raume findet sich die Mundöffnung und zu beiden Seiten zwei kürzere Tentakeln von brauner Farbe, die, wie ich finde, als Stütze ebenfalls einen feinen Knorpelstrahl besitzen.

Die Kiemenstrahlen besitzen im Wesentlichen ganz den Bau derer von Sabella. Es geht nämlich von dem Rande der Kiemenplatten eine gewisse Zahl — an meinen Exemplaren 16—18 auf jeder Seite — Hauptstrahlen ab, welche dann noch an der dem Kiementrichter zugewendeten Seite mit zwei Reihen Nebenstrahlen besetzt sind. Jeder Hauptstrahl besitzt als Axe einen schönen starken Knorpelstrang wie Sabella, der unmittelbar mit dem Knorpel der Kiemenplatten zusammenhängt, und von diesem Strang gehen dann in die Nebenstrahlen einfache aus nur Einer Reihe von Knorpelzellen gebildete zarte Knorpelstäbe ab. Abweichend von Sabella war, dass der Inhalt aller Knorpelzellen eine eigenthümliche Anordnung zeigte, wie in Pflanzenzellen mit Saftströmung, indem derselbe in einer hellen Flüssigkeit feine verästelte Züge zarter Körnchen darbot, die vom Kerne aus bis an die Zellenwand sich erstreckten (siehe m. Handb. d. Gewebl. 3. Aufl. Fig. 10). — Von den übrigen Structurverhältnissen der Kiemen erwähne ich eine longitudinale Muskellage und ein zum Theil pigmentirtes Epithel aus cylindrischen Zellen mit einer Cuticula an den Hauptstrahlen, und ein flimmerndes aus kürzeren Elementen bestehendes Oberhäutchen an den Nebenstrahlen. In Haupt- und Nebenstrahlen fand ich ferner nur je Ein pulsirendes Gefäss mit grünem Blut, wie denn auch *Grube* bei Sabella und Serpula nur Einen Gefässstamm in den Kiemen auffinden konnte (l. c. pag. 29).

Noch will ich bemerken erstens: dass die Hauptstrahlen der Kiemen an der Spitze nur eine einzige Reihe von Knorpelzellen und ganz kleine Nebenstrahlen, so wie auch unentwickelte Augen haben (siehe das Folgende) und zweitens: dass an jeder Kiemenhälfte 2—3 unentwickelte Strahlen sich finden, von denen der einfachste gar keine Nebenstrahlen und einen ganz einfachen Knorpelfaden besitzt.

Ich komme nun zur Beschreibung des Eigenthümlichen an diesen Kiemen, nämlich der Augen und ihrer Nebenorgane. An der äussern Seite eines jeden Hauptstrahles sitzen in dessen ganzer Länge in regelmässigen Zwischenräumen 18—20 Paare rundlicher, halbkugelig vorspringender Pigmentflecken, die bei mikroskopischer Untersuchung als Augen und zwar, was für Anneliden auch nicht ohne Interesse ist, als zusammengesetzte erscheinen. Jeder Fleck nämlich enthält einge-

Digitized by Google

bettet in braune Pigmentkörnchen, die die Hauptmasse desselben ausmachen, eine gewisse Zahl (15—18) heller glasartiger birnförmiger Körper wie Krystallkegel von 0,01''' Lg., die alle ganz regelmässig in geringen Entfernungen von einander angeordnet sind und, während sie ihre Spitzen gegen das Innere des Organes zuwenden, mit dem abgerundeten breiteren Ende so aus dem Pigment hervorstehen, dass jeder Augenfleck eine äussere hellere und eine innere dunkle Zone enthält. Doch ziehen sich dünne Pigmentscheidewände auch noch zwischen die äussern Enden der Krystallkegel hinein und reichen bis an die das Ganze überziehende Cuticula. Bezüglich auf noch feinere Structurverhältnisse so war ich nicht im Stande, irgend etwas von Zellen oder von Nerven an diesen Augen aufzufinden, und ist das Einzige, was ich noch weiter namhaft machen kann, das, dass die Cuticula, der Mitte einer jeden Linsenendfläche entsprechend, eine Einsenkung besass und dass ich an isolirten Krystallkegeln an der breiten Endfläche manchmal wie ein kleines rundes Löchelchen oder Grübchen sah, das in gewissen Fällen in einen feinen Kanal ins Innere sich fortzusetzen schien. Consistenz und chemisches Verhalten der Krystallkörper sind übrigens der Art, dass jeder Gedanke an drüsige Bildungen, der durch die eben erwähnten Thatsachen etwa auftauchen könnte, in den Hintergrund gedrängt wird.

Hinter jedem zusammengesetzten Auge sitzt ein gestieltes blattförmiges Organ, wie ein Augenlid, das vermöge seiner Lage und Contractilität, die schon *Dalyell* erwähnt, wohl im Stande ist, die Augen zu schützen, namentlich auch dann, wenn das Thier sich in sein Gehäuse zurückzieht. Der Structur nach sind diese Organe im Innern faserig und aussen von einem Epithel bekleidet, dessen Zellen da und dort, namentlich am Rande, wie in kleine nicht bewegliche Fortsätze ausgezogen sind.

Allem zufolge gehört Branchiomma in die Abtheilung der Serpuleen und ist durch die Form der Kiemen und die Augen an denselben sammt ihren Nebenorganen hinreichend characterisirt. Wenn einmal die Kopfkiemer mit Augen an den Kiemen hinreichend bekannt sein werden, wird sich leicht eine noch genauere Characteristik derselben geben lassen, für einmal mag das Angegebene genügen. Dass es noch andere Capitibranchiata mit Augen an den Kiemen giebt, habe ich schon eingangs erwähnt, doch ist das, was ich über die vor Jahren in Neapel gesehene Annelide mittheilen kann, sehr spärlich und füge ich das Folgende mehr nur bei, um Andere auf diese 2. Form aufmerksam zu machen. Es war dieselbe ein kleines in einer Röhre lebendes Thier mit 8 Kiemenstrahlen. Sechs dieser Strahlen trugen in gleicher Höhe und unweit des Kopfes an der den Nebenstrahlen abgewendeten Seite je ein Sehorgan und die mittleren dieser Strahlen ausserdem etwas weiter vorn noch ein solches, so dass im Ganzen 8 Augen da waren. Jedes Auge von 0,048''' Grösse war ein birnförmiger am Kiemenstrahl seitlich ansitzender aber doch stark vorspringender Körper und bestand aus ungefähr 50—60

einzelnen Augen, von denen jedes einen besondern lichtbrechenden birnförmigen Körper und ausserdem eine leicht vorspringende Cuticula wie eine Hornhaut besass. Wie bei Branchiomma war auch hier eine Pigmentmasse von braunrother Farbe zur Umhüllung der Krystallkegel da, dagegen fehlten die augenlidartigen Nebenorgane.

Da *Dalyell's* Werk wenig bekannt ist, so werde ich, sobald ich Musse finde, auch eine Abbildung von Branchiomma veröffentlichen, vorläufig mögen diese Bemerkungen genügen, um das Augenmerk auf diese neuen Formen von Kopfkiemern hinzulenken.

Würzburg am 29. Nov. 1858.

Ueber einen glatten Muskel in der Augenhöhle des Menschen und der Säugethiere.

Vorläufige Mittheilung von **Heinrich Müller.**

---

1) Die Fissura orbitalis inferior ist beim Menschen von einer grauröthlichen Masse verschlossen. Diese besteht aus Bündeln glatter Muskelfasern, welche meist mit elastischen Sehnen versehen sind.

2) Bei Säugern findet sich als Analogon dieses Muskels eine stärker entwickelte, mit elastischen Platten zusammenhängende Fleischhaut (Musculus orbitalis, Membrana orbitalis der Autoren), welche ebenfalls aus glatten Muskelfasern besteht.

3) Die Nickhaut der Säuger besitzt theils glatte Muskeln als Fortsetzung des Orbitalmuskels, theils quergestreifte Vor- und Zurückzieher (Hase).

4) Der Orbitalmuskel wird von Nerven-Bündeln versorgt, welche fast durchaus feine oder marklose (sympathische) Fasern führen. Diese Nerven lassen sich zum Theil anatomisch zum Ganglion sphenopalatinum verfolgen.

5) Der Orbitalmuskel bedingt durch seine Contraction das bei Thieren auf Reizung des Halssympathicus beobachtete Hervortreten des Bulbus. Derselbe dient als Antagonist der Muskeln, welche den Augapfel in seine Höhle zurückdrängen (M. retractor, orbicularis palpebrarum).

Digitized by Google

Kleinere Mittheilungen und Correspondenz-Nachrichten.

Die Magenfäden der Quallen.

Von Dr. **Fritz Müller** in Desterro (Brasilien).

Man kennt seit lange bei den höheren Schirmquallen, den Familien der Rhizostomiden, Medusiden, Pelagiden und Charybdeiden, Gruppen tentakelähnlicher Fäden in der Nähe des Mundes, die mit langsam wurmförmiger Bewegung begabt, mit Flimmercilien bedeckt und mehr weniger reichlich mit Nesselorganen ausgestattet sind. Sie scheinen den Quallen der genannten Familien allgemein zuzukommen und dürften das einzige sie von den niederen Quallen (Cryptocarpae Eschsch., Gymnophthalmata Forb., Craspedota Gegenb.) scheidende gemeinsame Merkmal sein. Der Mangel des Velum wenigstens, den *Gegenbaur* als solches betrachtet, ist es eben so wenig, als die Bedeckung der Randkörperchen, von der *Forbes* den Namen der Steganophthalmata entlehnte; zwei mit Charybdea marsupialis Pér. in den wesentlichsten Zügen ihres Baues übereinstimmende Arten, Tamoya hoplonema und quadrumana mihi, deren ausführliche Beschreibung ich dieser Tage meinem Freunde *Max Schultze* übersandte, haben ein höchst entwickeltes Velum.

Weniger übereinstimmend, als über das Vorkommen, lauten die Angaben über die Bedeutung dieser Fäden. Ihr constantes Vorkommen in der Nähe der Geschlechtsorgane bei den ersten drei Familien gab Veranlassung, sie als »fühlerähnliche Anhänge der Geschlechtsorgane« zu bezeichnen und damit implicite eine Beziehung zur Geschlechtsfunction auszusprechen. *Gegenbaur*, der sie bei Nausithoe und Charybdea als hohle mit der Magenhöhle in Verbindung stehende Fäden beschreibt, erklärt sie als Reservoirs der im Gastrovascularsystem sich bewegenden Flüssigkeit. *Milne Edwards* bezeichnet sie bei Charybdea als canaux biliaires. *Leuckart* parallelisirt sie den von ihm als nierenartige Absonderungsorgane gedeuteten Mesenterialfilamenten der Actinien.

Soweit ich darüber Angaben finde, werden sie allgemein als hohl und vom Gastrovascularsystem frei nach aussen oder in die Geschlechtshöhlen gerichtet beschrieben.

Ich hatte Gelegenheit, diese Fäden bei den genannten beiden Arten von Tamoya, bei einer Rhizostomide und bei einer grossen Chrysaora zu untersuchen, ohne mich einer der gegebenen Deutungen anschliessen zu können.

Bei Tamoya finden sich die Geschlechtsorgane in den weiten Seitentaschen des Magens, entfernt von den dem blossen Auge als trübe Streifen der Magenhaut erscheinenden Gruppen der Magenfäden, so dass also wenigstens hier an eine nähere Beziehung beider Organe nicht zu denken ist.

Bei allen 4 Arten finde ich die Fäden solid und in die Höhle des Magens gerichtet, letzteres ist bei allen, namentlich bei Chrysaora leicht zu constatiren, wo sie eine Länge von einigen Zoll erreichen; ersteres wird besonders nach Behand-

lung mit Chromsäurelösung deutlich, worauf sich die Rindenschicht leicht von dem durchsichtigen bei frischen Fäden allerdings einer Höhle ähnlich erscheinenden soliden Centralstrang abpinseln lässt. Dadurch ist denn für unsere Arten die Erklärung von *Gegenbaur* unmöglich gemacht.

Nahe liegt es dagegen, an eine Beziehung der Magenfäden zur Verdauung zu denken. Diese Vermuthung zu bestätigen oder zu widerlegen, bedeckte ich Muskeln aus einer Krabbenscheere und ein Stück vom Hintertheile eines Alpheus mit den einer lebenden Tamoya hoplonema entnommenen Magenfädengruppen und übergoss sie mit ein wenig Seewasser. Entsprechende Stücke legte ich in reines Seewasser. Letztere zeigten sich nach 10 bis 12 Stunden nicht merklich verändert. Dagegen war unter dem Einfluss der Magenfäden das Fleisch des Alpheus vollständig, das aus der Krabbenscheere fast ganz zu einer trüben Flüssigkeit gelöst; die schwärzlichgrüne Schaale des Alpheus hatte sich röthlich gefärbt; ein schleimig erweichter Rest auf der Chitinplatte, von der die Muskeln der Krabbenscheere entspringen, liess unterm Mikroskop noch seine Muskulatur erkennen. Die Magenfäden zeigten sich noch frisch, flimmernd und wie gewöhnlich in langsam wurmförmiger Bewegung.

Ob nun ein eigenthümliches von dem der übrigen Magenwand verschiedenes Secret von den Fäden erzeugt wird, oder ob sie nur zur Vergrösserung der verdauenden Magenfläche dienen, ist allerdings hiermit noch nicht entschieden, ersteres jedoch mir wahrscheinlicher, da ich unregelmässig rundliche dunkel contourirte Körperchen von 0,01 Millimeter Durchm., die ich auf der Oberfläche der Fäden und in der umgebenden Flüssigkeit bei Tamoya fand, im übrigen Theile des Magens vermisste.

Auffallend sind die bei Tamoya sehr spärlich, bei den beiden anderen Arten sehr reichlich den Fäden eingestreuten Nesselorgane, wie sie auch *Will* bei Cephea, *Gegenbaur* bei Charybdea fand. Bei Tamoya und Chrysaora könnte man sie auf Bewältigung lebend verschluckter Beute beziehen. Was aber können sie in der centralen Höhle unserer polystomen Rhizostomide bedeuten, die weit entfernt liegt von den Oeffnungen der Arme?

Ueber die Ursachen der Perlbildung bei Unio margaritifer.

Von Dr. **von Hessling.**

Briefliche Mittheilung an Herrn Professor *von Siebold*.

Da die Herausgabe meines Buches über die Perlmuschel sich noch etwas verzögert, die Perlbildung aber gegenwärtig zu einem beliebten Thema der Naturforscher gehört, so erlaube ich mir Ihnen, welcher stets ein lebhaftes Interesse und eine freundliche Unterstützung diesen meinen Untersuchungen zu Theil werden liess, meine Ansichten darüber in ganz allgemeinen Zügen mitzutheilen. Die vielfachen Theorien, welche im Laufe der Zeit ausgedacht und in die Welt posaunt wurden, sollen hier übergangen werden und es sei nur der *Filippi-Küchenmeister*'schen Theorie gedacht. Ich habe dieselbe, welche die Perlbildung der Gegenwart von Parasiten zuschreibt, schon früher[1]) aus mehrfachen Gründen bezweifelt, gleichwohl aber sprach sich

1) Gelehrte Anzeigen der bayr. Akad. d. W. 1856. S. 156. II. N. 17.

Möbius[1]) für dieselbe aus, und *Filippi*[2]) begegnete meinem Bedenken mit der Bemerkung, dass, wenn auch keine bleibenden Parasiten auf unserm Unio lebten, doch durchwandernde ihre Eier in ihm deponiren könnten. Ich bleibe bei meinem frühern Ausspruche und eine Verständigung zwischen *Filippi* und mir wird nie zu Stande kommen, wenn er mir statt seiner aprioristischen Analogien nicht mit Thatsachen zu Leibe rückt. Ich habe eine grosse Anzahl See- wie Flussperlen untersucht, aber niemals Parasiten oder deren Eier als Kerne gefunden, welchen Erfolg auch *Meckel*[3]) bei seinen Forschungen hatte; das, was *Möbius* als solche abbildet, kann geradezu auch für alles Andere genommen werden: den Rückenmarkstrang eines Arthropoden aber als solchen zu beanspruchen, klingt zum mindesten etwas gewagt; ebensowenig kamen mir auch die krystallinischen Kalkkerne, welche *Möbius* beschreibt, jemals zu Gesicht; doch läugne ich keineswegs die Gegenwart von Entozoen in Perlen bei den dünnschaligen Teichmuscheln: bei Unio margaritifer ist aber eine solche Annahme von Parasiten als Perlenkerne ein für allemal falsch, denn diese Uniospecies besitzt keinen ihr eigenthümlich zukommenden Parasiten, weder einen stabilen, noch einen durchwandernden, und wenn Herr *Filippi* einmal so viele Thiere wie ich durchgemustert hat, so wird er ebenfalls auf meine Seite treten.

Die Perlbildung befolgt denselben Modus, wie den der Schalenbildung und soll dieser Prozess am genannten Orte weitläufig von mir besprochen werden, ich beschränke mich nur hier auf die eigentlichen Ursachen der Perlentwicklung und zwar auch nur im weitesten Sinne des Wortes.

Die Perlgenese geht hauptsächlich im Mantel vor und hat zweierlei Ursachen: äussere, wie innere. Die äussern sind die seltneren und bestehen darin, dass durch das nach Aussen offenstehende Gefässsystem kleine fremde Körper, wie Steinchen, Pflanzenüberreste, in den Muschelleib gelangen und zwar entweder in den Gefässröhren liegen bleiben oder deren Wandung durchbrechen und so ins Gewebe der übrigen Organe, namentlich des Mantels, eindringen. Das wusste schon unser vortrefflicher *Flurl*[4]) und kommt bestimmt vor trotz aller Gegenreden.

Die innern Ursachen sind die gewöhnlichen und hängen mit den Bildungs- und Wachsthumsverhältnissen der Schalen überhaupt zusammen. Moleküle, Körnchen, Körnerhaufen der grünlichgelben Oberhautsubstanz von $^1/_{100}$ — $^5/_{100}$ P. L. geben in der Regel die Kerne für die Perlen ab. Ihre Masse ist nach dem Durchtritt durch die Gefässwandungen im Gewebe, gewöhnlich und in grösster Menge in dem muskulösen Saume des Mantels, liegen geblieben d. h. ihr Stoff wird nicht von den, dem Mantel aussen aufliegenden Zellen zur eigentlichen Oberhaut verwendet, die Perlenkerne sind also der nicht zur Oberhautbildung der Schale verbrauchte gefärbte Schalenstoff. Möglich ist auch, dass von der Pigmentdrüse (*Bojanus*'sches Organ) Moleküle oder Körper, welche meist aus kohlensaurem Kalk, etwas organischer Substanz und dem Farbstoffe bestehen, in die mit ihr in Verbindung stehenden Gefässe gelangen und auch dort zu Kernen von Perlen werden.

Ist nun auf die eine oder andere Weise ein Kern vorhanden, um welchen sich nach Art einer Zwiebel verschiedene Schichten herumlagern, um zur Perle zu werden, so ist die weitere Frage: auf welchem Wege diese Schichtenumlagerung vor sich gehe. Sie geschieht immer, gerade wie bei der Schalenbildung, durch Vermittlung von Zellen: jeder Sack, in welchem eine Perle liegt, ganz gleich von welcher Farbe, ist an seinen Wandungen mit solchen, sich einander abplattenden Zellen ausgekleidet, welche eben aus dem Blute die zu jeder Umschichtung nöthigen

1) Die echten Perlen. Hamb. 1857. S. 79.
2) Troisième mémoire pour servir à l'histoire génétique des trématodes. Extr. des Mem. de l'Acad. des sc. de Turin, Ser. II. tome 18. page 29.
3) Mikrogeologie. Berlin 1856. S. 20.
4) Beschreibung der Gebirge von Bayern und der Oberpfalz. S. 315.

Stoffe ausscheiden. Liegen fremde Körper und Körner der Pigmentdrüse innerhalb der Gefässe, so werden sie von den in der Ernährungsflüssigkeit suspendirten Körperchen (Blutkörperchen) eingehüllt und diese übernehmen dann die Ausscheidungsrolle der Schalensubstanzen.

Von grosser Wichtigkeit für die Güte einer Perle ist der Ort, wo sie gebildet wird; denn davon hängt die Umlagerung ihrer Schichten ab; Perlen, deren Kerne in derjenigen Gegend des Mantels sitzen, welche die schöne Perlmutterschichte der Schalen ausscheidet, werden auch diese Perlmutterumlagerung erhalten und also zu sogenannten Perlen mit schönem Wasser werden; Perlen, deren Kerne in demjenigen Theile des Mantelsaumes sitzen, welcher die Oberhaut und Säulenschichte der Schale bildet, werden auch diese beiden Strukturen, namentlich die letztere sich aneignen, also zu nicht preiswürdigen Perlen werden. Da aber, wie schon erwähnt, aus dem *Bojanus*'schen Organ ein Farbstoff abgeschieden wird, welcher von ihm aus ins Blut gelangt, um einen Theil des Schalenstoffes zu färben, und diese Ausscheidung eines pigmentirten Schalenstoffes an gewisse Perioden gebunden ist, so kann dieselbe auch die vorhandenen weissen, wie braunen Perlen treffen und ihnen die eigenthümliche Färbung verleihen, also die weissen, wie braunen Perlen einhüllen. Ist die Ausscheidung des pigmentirten Schalenstoffes vorüber, oder besser gesagt, wird die Ausscheidung des Farbstoffes geringer, so dass der Schalenstoff weniger gefärbt wird, so kann bei beiden Perlenarten die Umlagerung ihrer alten ursprünglichen Schichte beginnen. Ebensogut wie farbige Umlagerungen je nach den physiologischen Vorgängen beim Thiere möglich sind, können auch farbige Perlen weisse Perlmutterüberzüge bekommen, so namentlich im Saum des Mantels, wenn die Perle in Folge der Zunahme ihres Volumens nach der äussern Oberfläche, welche nur Perlmutterschichte ausscheidet, weiter vorrücken muss; daher man so häufig bräunliche, röthliche Perlen mit dünnen Perlmutterüberzügen theils ganz überkleidet — sogenannte rosenrothe Perlen — theils nur an dem einen oder an beiden Polen mit weisser Substanz überzogen findet.

Bei der Flussperlmuschel wählen die Perlen besondere Stellen zu ihrem Aufenthaltsorte; die meisten befinden sich im hintern Theile des muskulösen Mantelsaumes: sitzen sie in dessen Mitte, so sind es meistens braune, nähern sie sich mehr der äussern farblosen Oberfläche des Saumes, so erhalten die grössern braunen Perlen weisse Ueberzüge; kleine Perlen können von Anfang an weiss sein; dann kommen sie vor am hintern Theile des übrigen Mantels, sowie nicht ungerne in der Mantelgegend unmittelbar unter dem Schlosse: die Perlen dieser Gegend sind meistens farblos und schön, aber kleiner. Endlich trifft man Perlen im Mantelsaume gegenüber dem Schlosse; hier finden sich die meisten zusammengewachsenen, länglichen, sie sind in der Regel braun, nicht selten aber auch weiss, bisweilen sogar sehr schön. Dass Perlen durch die Zusammenziehung der Mantelmuskulatur von einer Gegend zur andern wandern, und dadurch verschiedene Ueberzüge erhalten können, ist unwahrscheinlich: das räumliche Missverhältniss der wachsenden Perlen zu ihrer Umgebung, sowie die periodisch wiederkehrende Pigmentausscheidung tragen schon das Ihrige zu diesen Veränderungen bei. Möglich ist indessen eine Wanderung der Perlen bei ihrem Aufenthalte innerhalb der Gefässe, wenn die ein- und ausströmende Ernährungsflüssigkeit sie von ihrem frühern Orte wegführt: dahin gehören alle jenen selteneren Fälle, bei welchen Perlen in anderen Körpergegenden, denn im Mantel, z. B. in den Schalenschliessern, in den Geschlechtsdrüsen u. s. w. gefunden werden.

Einen ferneren wichtigen Einfluss auf die Güte der Perlen übt die Qualität der Gewässer aus, in welchen die Thiere leben. Thiere, deren Bäche wenig niedere Pflanzenvegetation besitzen, sind an und für sich pigmentärmer, als solche, welche in zahlreich von Wasserpflanzen bewohnten Wassern leben; letztere sind pigmentreicher. In klaren Bächen mit reinem, kiesigem Grunde produziren die Thiere gute, farblose, in unreinen Bächen, besonders mit Einmündung saurer Wiesenwässer, oder von Abfällen aus Fabriken u. s. w. farbige, schlechte Perlen: das ist eine richtige Er-

Digitized by Google

fahrung der ältesten Fischer; dem Thiere wird hier viel pflanzlicher Farbstoff zur Nahrung geboten und deshalb auch sein thierisches Pigment in grösserer und intensiverer Menge in ihm abgelagert.

Aus diesen Gründen, welche die Verschiedenheit der Umlagerungsschichten bedingen und den Perlen ihre verschiedenen Farbentöne verleihen, geht auch zur Genüge hervor, dass die bisher beliebte Eintheilung von reifen und unreifen Perlen eine vollkommen unrichtige ist, da von einem Reifen nirgends die Rede sein kann: eine Perle, welche kaum unter dem Mikroskop im Mantelgewebe entdeckt wird, ist ebenso reif, wie eine prachtvolle Perle in der Krone eines Königs: die Quantität der Umlagerungsschichten gibt ihre Grösse und Form, die Qualität derselben ihre Brauchbarkeit oder ihre Werthlosigkeit. Und wenn man die Umlagerung einer braunen Perle mit Perlmuttersubstanz unter den Begriff der Reife bringen wollte, so setzte diese Bezeichnung, wenn man sie bei allen Perlen gelten lässt, voraus, dass jede weisse, schönes Wasser haltende Perle zuvor braun gewesen sei, was gerade in der grössten Mehrzahl der Fälle ganz irrig ist.

Werthvolle Antiquaria!

So eben erschien der Antiquarische Catalog

CXXI.

Historia naturalis in universum, zoologia, physiologia.

(Ueber 2500 Bde.)

Enth.: 1) Allgem. Naturgeschichte, Gesellschaftsschriften etc. Biographieen v. Naturforschern.
2) Naturwissenschaftliche Reisen.
3) Zoologie, Osteologie, Physiologie etc.

Interessenten steht dieser Catalog gratis zu Diensten und bitte deshalb gef. verlangen zu wollen.

Halle a. d. S.

H. W. Schmidt,
Antiquar.

Druck von Breitkopf und Härtel in Leipzig.

Digitized by Google

6.

5.

b

c

c

d

d'

d

R

L

Digitized by Google

10.

15.

16.

Wagenschieber sc.

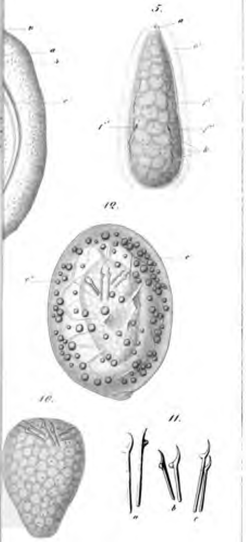
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



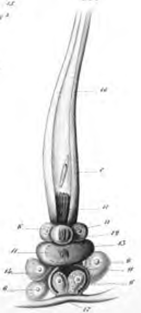
Wagenschieber sc.

Digitized by Google

22.

21.

23.



C. Wagner del.

Wagenschieber

Digitized by Google

Digitized by Google

1.

2.

5.

8.

a

…parède del. Wagenschieber …

Digitized by Google

Zeitschr

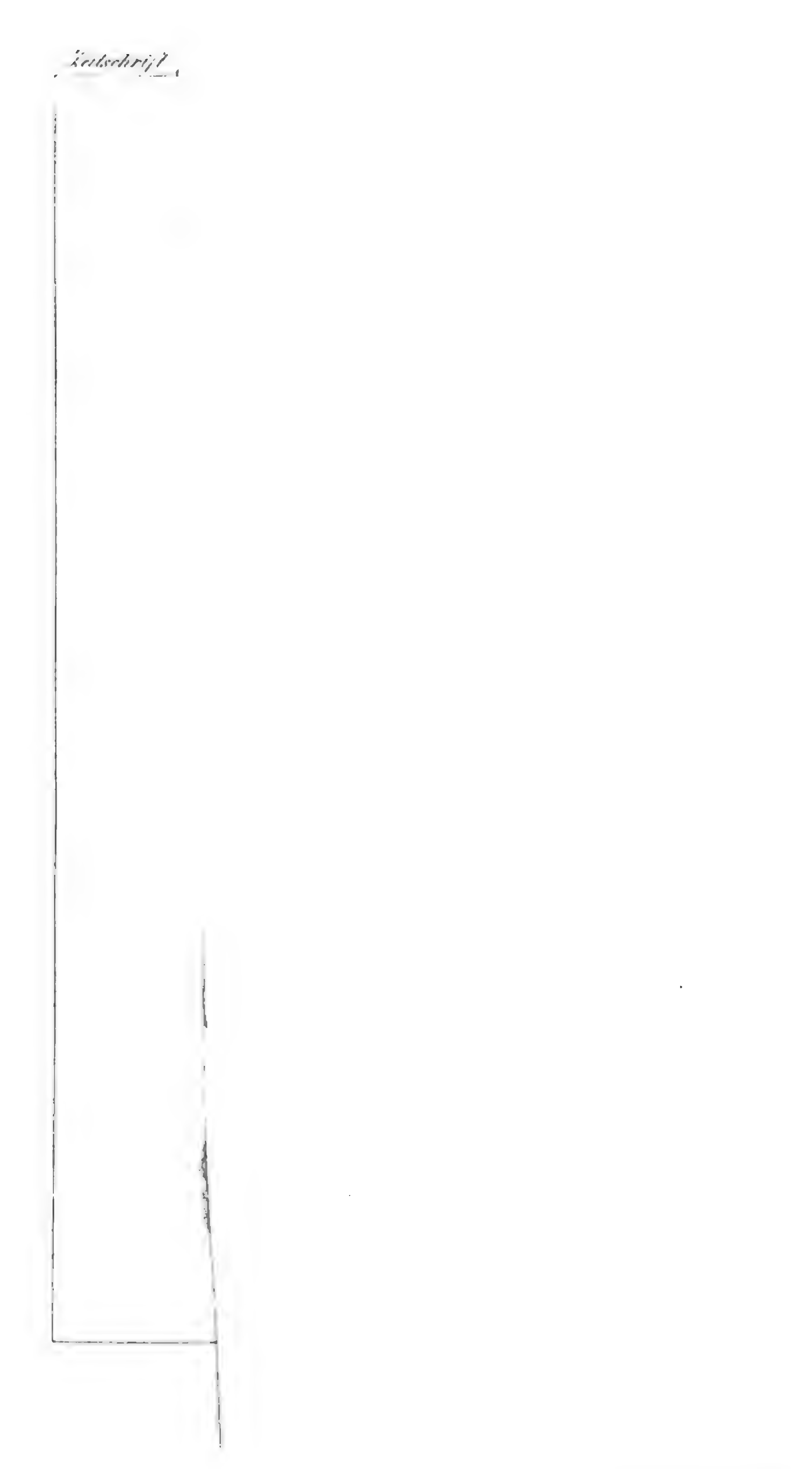
c

a

H Müller del

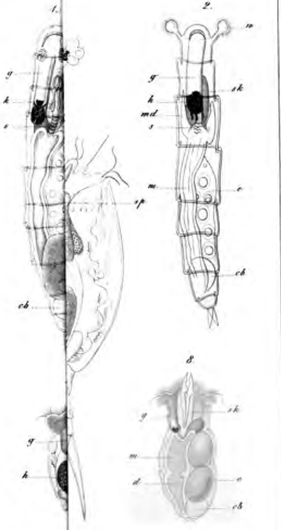
Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google

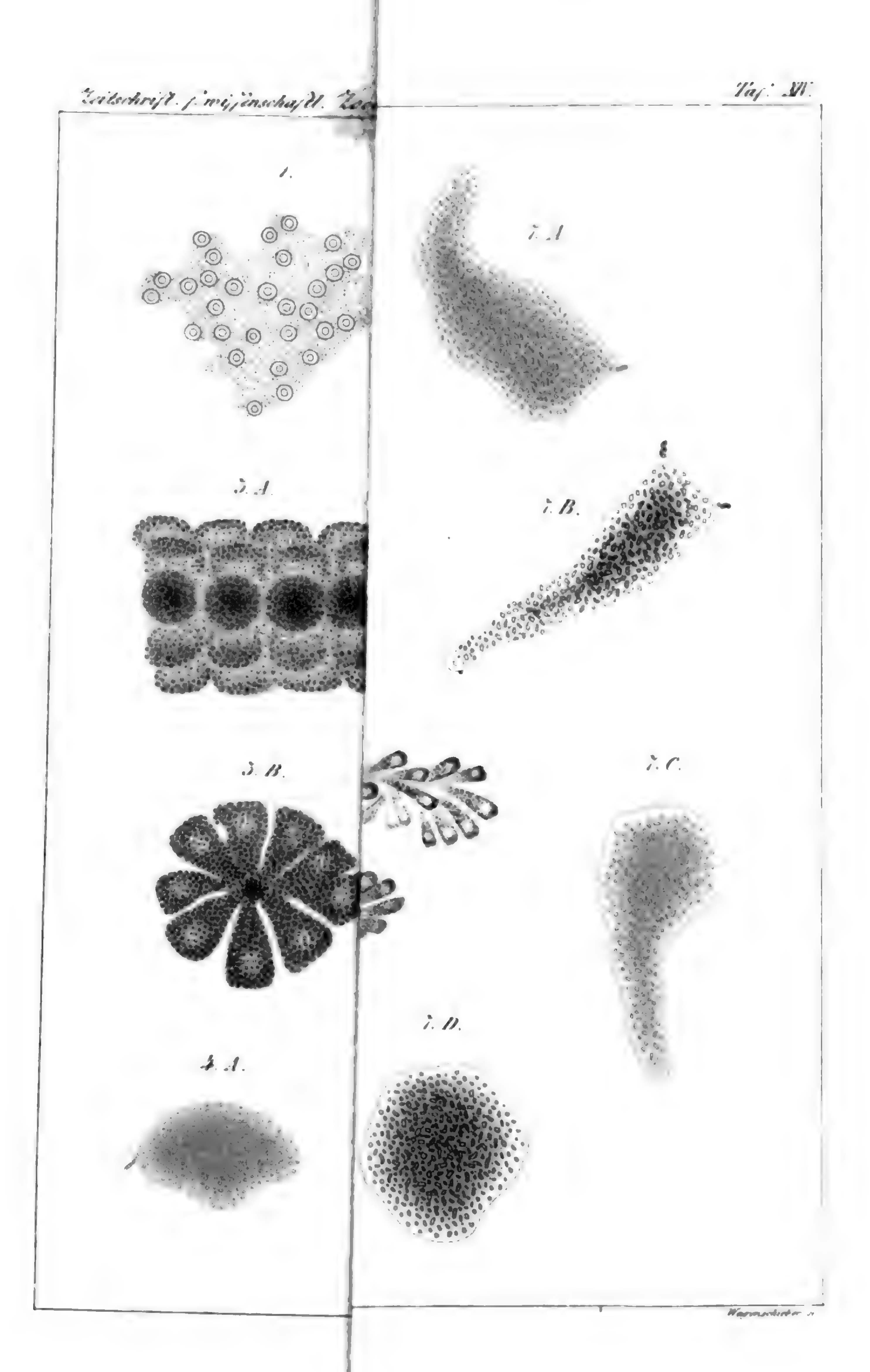
Digitized by Google



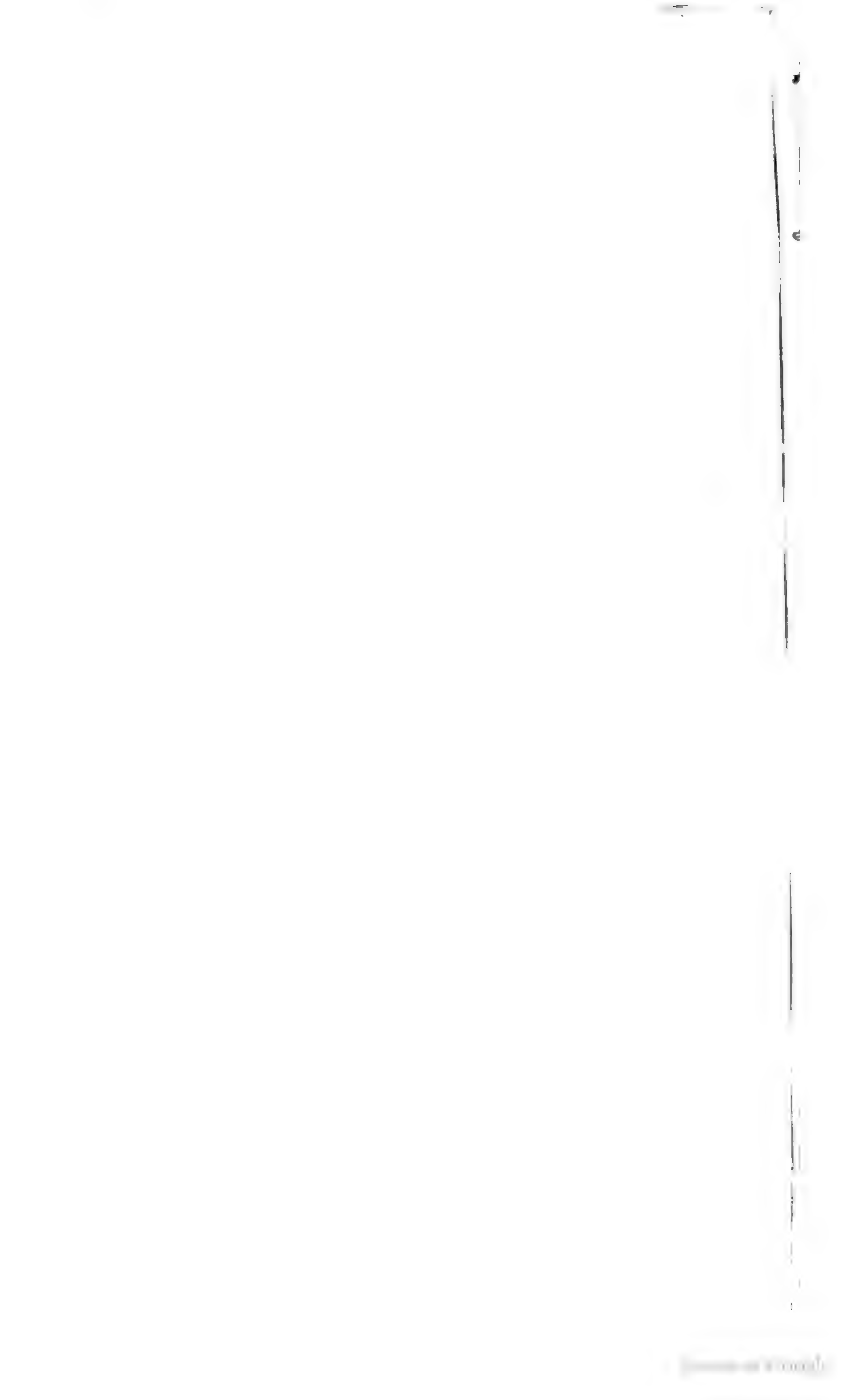
F. Cohn ad nat. del.

Wagenschieber sc.

Digitized by Google

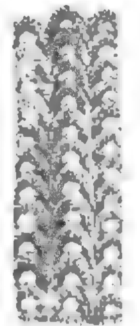


Digitized by Google

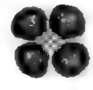


Zeitschrift f. wissen

8.

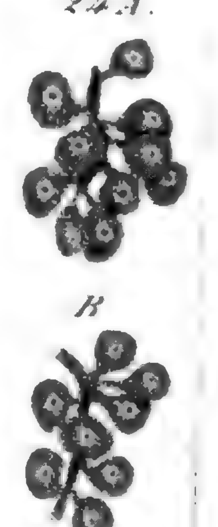


13.



15.

24 A.

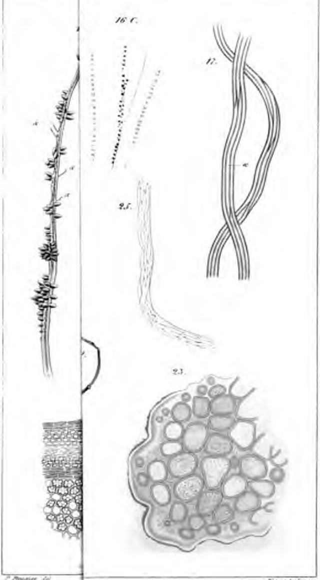


B

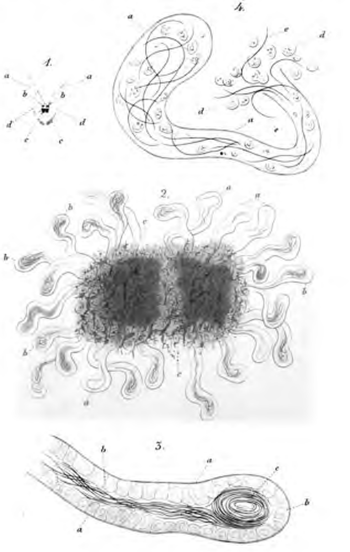
Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google



Digitized by Google



Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Zeitschrift

Digitized by Google

Digitized by Google

Date Due

——— 1971	

Digitized by Google

Digitized by Google